

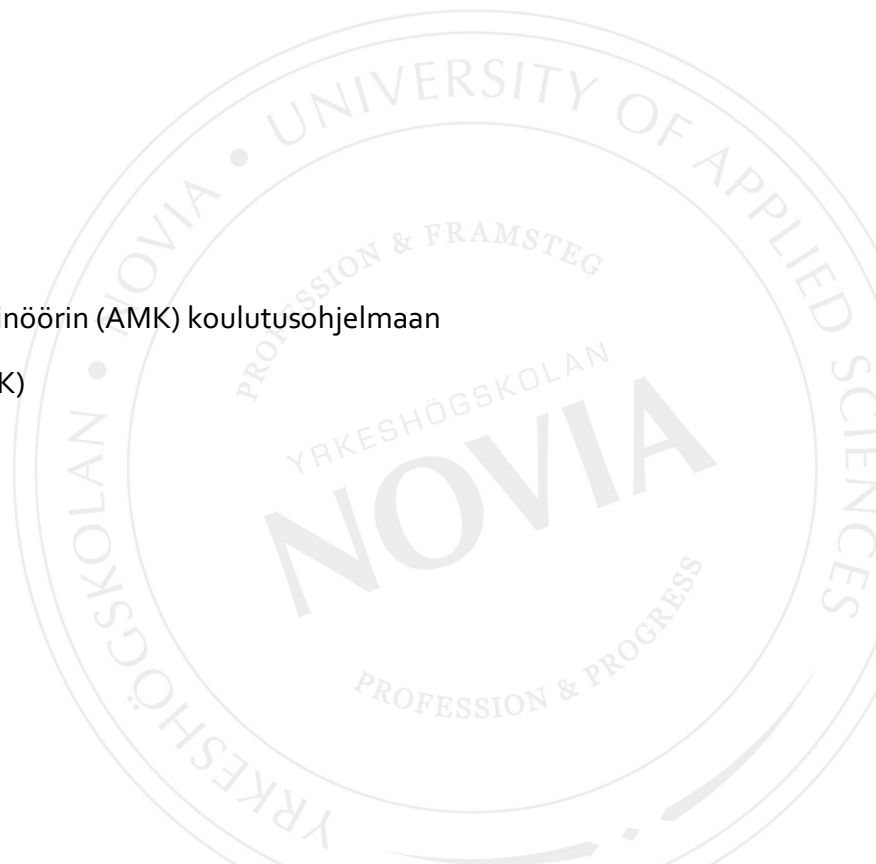
# JETS saniteettijärjestelmän asennus M/S Gabriellaan

Niko Räbinä

Päättötyö merenkuluninsinöörin (AMK) koulutusohjelmaan

Merenkuluninsinööri (AMK)

Turku 2018



## EXAMENSARBETE

Författare: Niko Räbinä

Utbildning och ort: Yrkehögskolan Novia, Åbo

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Sjöingenjör (YH)

Handledare: Esa Lapela, Peter Björkroth

Titel: JETS sanitetssystemets installering på M/S Gabriella

---

Datum 17.4.2018

Sidantal 49

Bilagor 1

---

### Abstrakt

Det här examensarbete är genomfört som uppdrag för Viking Line Abp. Examensarbetet behandlar JETS sanitetssystemets installering på M/S Gabriella. JETS enheten skall ersätta det nuvarande Evac-systemet som är i bruk.

Arbetets syfte är att behandla det gamla systemets svagheter och orsaker varför Viking Line har bestämt sig för att köpa det nya systemet samt att beskriva det nya systemets uppbyggnads skillnader jämfört till det gamla systemet, så att läsaren får lättare en helhetsbild av systemens skillnader. Arbetet behandlar även energiförbrukningens och möjliga ekonomiska inbesparingar.

Genomförda mättningsresultat analyseras med hjälp av matematik och fysik, så att läsaren får en bättre inblick av uppnådda resultat. Resultaten och beräkningarna går noggrant igenom, så att läsaren har lätt att förstå vilken beräkning som påverkar vad. Arbetet hanterar även möjliga inbesparings punkter utöver mättningsresultaten. Kostnadseffektivitet och energiinbesparingar är idag viktiga mål i rederibranschen.

I examensarbetet behandlas även det nya systemets installeringsplanering. Som metoder används min personliga erfarenhet av det gamla systemet, olika expertis intervjuer, Internetkällor och mätningar som genomförts med ett mättningsinstrument.

---

Språk: Finska

Nyckelord: Sanitetssystem, Mätinstrument, Planering

---

# OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Niko Räbinä

Koulutus ja paikkakunta: Yrkeshögskolan Novia, Turku

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Merenkuluninsinööri (AMK)

Ohjaaja(t): Esa Lapela, Peter Björkroth

Nimike: JETS saniteettijärjestelmän asennus M/S Gabriellaan

---

Päivämäärä 17.4.2018 Sivumäärä 49

Liitteet 1

---

## Tiivistelmä

Tämän opinnäyte työ on toteutettu Viking Line Abp:n toimeksiantona. Opinnäytetyön on määrä käsitellä JETS saniteettijärjestelmän asennusta M/S Gabriellaan. JETS yksikön on määrä korvata nykyinen käytössä oleva Evac järjestelmä.

Työssä on tarkoituksena käsitellä vanhan järjestelmän heikkouksia ja syitä miksi Viking Line on päättänyt uuden järjestelmän ostamiseen, sekä kuvata uuden järjestelmän rakeenteelliset erot vanhaan järjestelmään, jotta lukijan on helpompi saada kokonaiskuva järjestelmien eroavaisuuksista. Myös energiakulutukseen ja mahdollisiin rahan säästökohteisiin perehdytään.

Suoritettuja mittaustuloksia pyrin analysoimaan käyttäen apunani matematiikkaa sekä fysiikkaa, jotta voin selventää tämän työn lukijalle paremmin saavutettuja tuloksia. Näitä tuloksia ja laskennallista osuutta käyn seikkaperäisesti läpi, jotta lukijan on helppo ymmärtää mikä laskumetodi vaikuttaa mihinkin. Haen myös mahdollisia säästökohteita mittaustulosten ulkopuolelta. Kustannus tehokkuus ja energiansäästö ovat nykyisin tärkeitä tavoitteita varustamo bisneksessä.

Käsittelen myös opinnäytetyössä uuden järjestelmän asennukseen liittyvää suunnittelua. Metodeina tulen käyttämään omakohtaista kokemustani vanhan järjestelmän osalta, erilaisia asiantuntija haastatteluita, internetlähteitä ja mittalaitteilla suoritettavaa mittausta.

---

Kieli: Suomi

Avainsanat: Saniteettijärjestelmä, Mittalaitteet, Suunnittelu

---

# BACHELOR'S THESIS

Author: Niko Räbinä

Degree Programme: Bachelor of Engineering in Maritime Technology

Specialization: Maritime Engineering

Supervisor(s): Esa Lapela, Peter Björkroth

Title: Installation of Jets sanitary system to M/S Gabriella

---

Date 17.4.2018

Number of pages 49

Appendices 1

---

## Abstract

This thesis is accomplished as a commission for Viking Line Abp. The thesis describes the JETS sanitary system's installation on M/S Gabriella. The JETS unit will replace the present in use system, Evac.

The purpose is to describe the old system's weaknesses and reasons why Viking Line has decided to buy the new system and to describe the new system's structural differences versus the old system, so the reader can get an overall picture of the two systems differences. The thesis also contains information about energy expenditure's and possible economical savings.

The accomplished measurements results are analyzed with help of mathematics and physics, so the reader gets a better insight of achieved results. The results and calculations are thoroughly described so it is easy for the reader to understand which calculation that affects what. The thesis also manages possible aspects of savings in addition to the measurement results. Cost efficiency and energy savings are today important goals in the shipping industry.

The thesis also contains the installation's planning of the new system. As methods are used my personal experience of the old system, different expert interviews, Internet sources and measurements done with a measuring device.

---

Language: Finnish

Key words: Sanitary system, Measurement device, Planning

---



# Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	1
2	Viking Line Abp .....	1
2.1	M/S Gabriella.....	1
2.2	Aluksen tekniset tiedot .....	2
2.2.1	Evac Oy.....	3
2.2.2	JETS Group.....	3
3	Evac järjestelmän perustoiminta.....	4
3.1	Alipaineputkisto .....	6
3.2	Keräystankki .....	7
3.2.1	Jätevesitankit .....	8
4	Säädös jätevesien pumppaamisesta Itämereen .....	9
4.1	MARPOL Annex IV Prevention of Pollution by Sewage from Ships .....	9
4.1.1	Säädös Itämeren erityisalueesta.....	10
4.2	Viking Linen ympäristöpolitiikka .....	10
5	EVAC saniteettijärjestelmän ongelmakohdat M/S Gabriellalla .....	11
5.1	Vaahdon muodostuminen keräystankkiin.....	11
5.1.1	Syyt vaahdon muodostukseen keräystankissa .....	12
5.1.2	Tarvittavat toimenpiteet vaahdon poistamiseksi .....	12
5.2	Alipaineputkistossa esiintyvät vuodot ja tukokset .....	13
5.2.1	Vuodot putkistoissa sekä niiden tunnistaminen. ....	13
5.2.2	Vuotavan linjan toteaminen .....	14
5.2.3	Linjavuodon korjaaminen .....	14
5.2.4	Linjatukokset .....	15
5.3	Keräystankin Ejektorien ongelmat .....	15
5.3.1	Tukkeutunut ejektori.....	16
5.3.2	Viallinen ejektorin takaiskuventtiili .....	17
5.4	Keräystankin pinta-anturin toiminta.....	17
5.4.1	Pinta-anturien ongelmat .....	17
5.5	Vakuumpumpuissa ilmenevät ongelmat.....	18
6	Säädös likaisentyönalisästä .....	18
7	Rutiinomaiset huoltotyöt EVAC järjestelmälle .....	19
7.1	Pinta-anturien huuhtelu.....	19
7.2	Keräystankkien huuhtelu ja venttiilien toiminnan tarkastus.....	20
7.3	Keräystankin puhdistus.....	20
7.4	Pumpun käyntituntimääräinen huoltotyö.....	21
8	Energiamittaukset EVAC-järjestelmälle .....	21
8.1	Energialaskut.....	24

8.2	Energian kulutus laivalla .....	26
8.3	Energia tuoton kustannukset .....	27
9	JETS järjestelmä .....	28
9.1	JETS-järjestelmän perus komponentit .....	28
9.2	JETS-järjestelmän perustoiminta .....	30
10	Alkuperäinen ostosuunnitelma ja toteutunut osto .....	32
10.1	Alkuperäisen tarjouksen mukainen suunnitelma .....	32
10.2	Toteutunut osto suunnitelma .....	33
11	Tapaamiset M/S Mariellan henkilökunnan sekä JETS Groupin edustajan kanssa ..	34
11.1	Tapaaminen M/S Mariellassa .....	34
11.2	Tapaaminen JETS Groupin edustajan kanssa .....	35
12	Putkiosien ja venttiileiden oston kartoitus ja tilaus .....	36
12.1	Tilatut LVI-osat .....	37
13	Millä tavoin EVAC:in ongelmat ovat ratkaistu uudessa järjestelmässä .....	38
13.1	Vaahdon muodostus .....	38
13.2	Linjatukokset ja vuodot .....	38
13.3	Ejektori ongelmat .....	38
13.4	Keräystankin pinta-anturi ongelmat .....	39
14	Yksikön asennus .....	39
14.1	Asennuskohdan valitseminen .....	39
14.2	Putkityöt asennukseen liittyen .....	40
14.3	Jäähdytysvesi Vacuumator pumpulle .....	41
14.4	Sähkökaapin asennus ja sähkötyöt .....	41
15	Energiamittaukset JETS yksikölle .....	42
15.1	Energialaskut .....	43
15.2	JETS yksikön energiankulutus M/S Gabriellalla .....	43
15.3	JETS yksiköstä aiheutuvat energiantuoton kustannukset .....	43
16	Muutostyöstä saavutettavat kustannussäästöt Viking Line Abp:lle .....	44
16.1	Marisol DF kemikaalista aiheutuvat kustannussäästöt .....	44
16.2	Säästöt miehistölle maksettavassa likaisentyönalisässä .....	44
16.3	Energiankulutuksesta aiheutuvat säästöt .....	45
16.4	Investoinnin takaisinmaksuaika .....	45
17	Yhteenveto .....	46
	Lähteet .....	48

# ESIPUHE

Haluan kiittää työnantajaani Viking Line Abp:tä ja M/S Gabriellan konepäälliköitä S. Scott ja C. Sjölund, sekä teknistä tarkastajaa F. Karlsson, että he antoivat ja luottivat tämän projektin minulle. Työn merkitystä kuvaa ehkä eniten se, että tämä oli projekti, jolla on suora vaikutus asiakastyytyväisyyteen ja varustamona Viking Line pyrkii aina tarjoamaan asiakkailleen parhaimman risteilykokemuksen Itämerellä.

Erityinen kiitos kuuluu konekorjausmiehelle T. Randström ja konemiehelle R. Niilisk, jotka olivat suurena apuna tässä projektissa. Ilman heidän asiantuntemustaan esimerkiksi eri LVI-osien tarpeellisuudesta, asentamiseen liittyvästä putkisuunnittelusta ja itse hitsaustöistä, tästä olisi tullut huomattavasti vaikeampaa.

Kiitos myös opinnäytetyön ohjaajilleni E. Lapela ja P. Björkroth, jotka antoivat minulle ohjeistusta tämän työn kirjoittamiseen.

Viimeisenä, mutta ei vähäisimpänä haluan kiittää avovaimoani S. Rehn, joka antoi minulle suunnattomasti tukea koko tämän opinnäytetyön aikana.

# 1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö tehtiin toimeksiantona Viking Line Abp:n omistamalle M/S Gabriellalle. Tässä opinnäytetyössä perehdytään erityisesti EVAC järjestelmän ongelmakohtiin, joita ilmenee normaalissa toiminnassa ja miten kyseiset ongelmat ovat ratkaistu uudessa korvaavassa järjestelmässä. Jotta nämä ongelmat ja niiden ratkaisu olisi helpompi ymmärtää, työssä kuvataan kummankin järjestelmän rakenteellista toimintaa ja niiden eroja.

Opinnäytetyössä on oleellisena osana myös energiankulutus ja niiden mittaukset. Tällä pyritään selvittämään järjestelmän käytöstä ilmeneviä kustannuksia ja selvittää saavuttaako Viking Line Abp suoranaista rahan säästöä investoimalla JETS järjestelmään. Myös kun käyttökustannuksen ovat selvitetty niin lasken investoinnin takaisinmaksuajan.

Työssä tulen käyttämään tutkimusmetodeina mittalaitteita, matematiikkaa, sekä fysiikkaa ja asiantuntija haastatteluita ja tapaamisia. Myös olennaisena osana työtä on tämän opinnäytetyöntekijän oma ammattitaito ja työkokemus merenkulkualalta, jossa hän on toiminut yli kymmenenvuotta useissa eri vakansseissa kotimaisten- ja ulkomaisten varustamoiden palveluksessa.

## 2 Viking Line Abp

Viking Line on vuonna 1959 perustettu osakeyhtiö, joka harjoittaa pääasiassa matkustaja- ja tavaraliikennettä Itämerellä, kohdesataminaan Tukholma, Maarianhamina/Långnäs, Turku, Helsinki ja Tallinna. Viking Line Abp varustamolla on tällä hetkellä omistuksessaan seiseman alusta ja yksi uudisrakennus valmisteilla Kiinassa. M/S Gabriella kuuluu Viking Linelle. Yhtiö pitää pääkonttoriaan Ahvenanmaalla Maarianhaminan kaupungissa. Yhtiö on noteerattu Helsingin pörssissä. (Viking Line Abp:n www-sivut, 2018)

### 2.1 M/S Gabriella

M/S Gabriella on rakennettu Jugoslavian (nyk. Kroatia) telakalla Splitin kaupungissa vuosina 1989-1992 nimellä M/S Frans Suell, Euroway varustamolle. Alus liikennöi tämän kyseisen varustamon operoimana Malmö - Travemunde väliä. Vuonna 1994 alus aika rahdattiin Silja Line Oy:lle ja alus sai nimekseen M/S Scandinavia. Alus asetettiin reitille Turku – Maarianhamina – Tukholma. Vuonna 1997 alus myytiin Viking Line Abp:lle jolloin

alus sai nykyisen nimensä M/S Gabriella. Gabriella on liikennöinyt siitä alkaen Helsinki – Maarianhamina – Tukholma reitillä. (Wikipedian [www-sivut](http://www-sivut))

## 2.2 Aluksen tekniset tiedot

Alustyyppi	Matkustaja-autolautta
Rakennettu	Split, Kroatia v. 1992
Kutsusignaali	OJHP
Kotisatama	Maarianhamina
Omistaja	Viking Line Abp
IMO numero	8917601
GT/NT	35,492 / 22,542
Pituus	171,2 metriä
Leveys	27,6 metriä
Syväys	6,4 metriä
Matkustajamäärä	2400
Autopaikkoja	400
Koneisto	4 x Pielstick 12 PC2 6V-400E dieselmoottoria
Apukoneisto	4x Wärtsilä Vasa 32 dieselmoottoria
Koneteho	23 760 kW
Jääluokitus	1 A Super
Nopeus	20,5 solmua
Kansia	12
Stabilisaattorit	(Viking Line Abp:n <a href="http://www-sivut">www-sivut</a> , 2017)



Kuva 1. Viking Linen M/S Gabriella (Fakta om fartyg © Foto Petri Isomäki)

### 2.2.1 Evac Oy

Evac Oy on vuonna 1979 perustettu Suomalainen meritekniikkaan keskittynyt yhtiö jonka päätoimialaa on valmistaa saniteetti järjestelmiä kaiken tyyppisille aluksille. Evac on maailman johtava meri-, offshore- ja rakennusalan integroitujen jätteen-, jäteveden ja vedenkäsittelyjärjestelmien toimittaja.

M/S Gabriellalla on tällä hetkellä käytössä Evac Oy:n valmistama saniteettijärjestelmä, josta on tämän työn myötä tarkoitus rakentaa hybridimalli JETS järjestelmän kanssa. (Evac Oy:n [www-sivut](http://www-evac.fi), 2017)

### 2.2.2 JETS Group

JETS Group on Norjassa vuonna 1986 perustettu yhtiö. Yhtiö on onnistunut tasaisella kasvullaan nousemaan maailmanlaajuisesti yhtiöksi. Yhtiö tarjoaa kehittyneitä saniteetti ratkaisuja, joihin kuuluu äärimmäisen matala vedenkulutus niin maa-, kuin meri- ja offshore käyttöön.

Patentoidut Vacuumator pumput ovat yhtiön perusta alipaine saniteettijärjestelmille. Tämä edellä mainittu pumppu on tehokas, sekä kompakti ja vettä säästävä ratkaisu tulevaisuuden saniteettijärjestelmän vaatimuksille. (JETS Group:in [www-sivut](http://www-jets.no), 2017)

### 3 Evac järjestelmän perustoiminta

EVAC järjestelmä käyttää alipainetta kuljettaakseen jäteveden WC pöntöstä ja muista saniteettilaitteista niin kutsuttuun keräystankkiin.

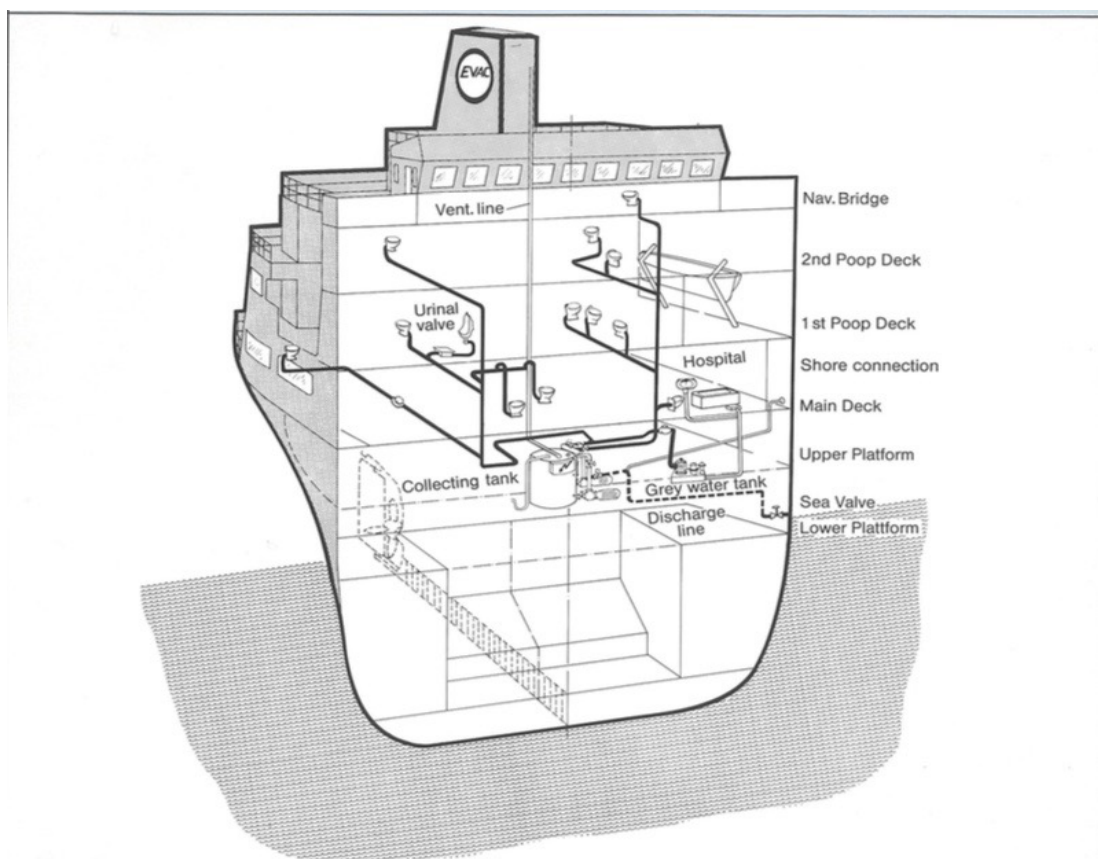
Alipaine luodaan kierrättämällä jätevettä yhden tai useamman ejektorin läpi, jotka normaalisti sijaitsevat keräystankin keskiosassa.

WC pöntöt ovat asennettu suoraan alipaineputkiin joihin on kytketty tyhjennysventtiili suoraan WC pöntön taakse. Kun WC tyhjennysnappia painetaan, niin tyhjennysventtiili avautuu hetkellisesti tyhjentääkseen WC:n ja imee myös pöntössä olevan ilman systeemiin. Toinen synkronoitu venttiili päästää tarpeeksi korvaavaa vettä pönttöön puhdistaa sen ja pitääkseen veden pöntössä, kun tyhjennysventtiili on mennyt kiinni. Alipaine WC järjestelmän etuina ovat sen käyttämän veden määrä verrattuna perinteiseen vessa järjestelmään. Alipaine WC järjestelmä käyttää vettä noin suurin piirtein 1,3 litraa / veto, kun perinteinen WC järjestelmä käyttää vettä noin 10 litraa / veto.



Kuva 2. Yksi M/S Gabriellan keräystankki

Muut saniteetti laitteet esimerkiksi käsienvesualtaat ja suihkut valuttavat harmaanveden painovoimaisesti harmaanvedenkeräys yksiköihin, joista nämä edellä mainitut yksiköt tyhjentävät itsensä automaattisesti jätevesitankkiin.



Kuva 3. Keräystankin ja alipaineputkiston sijainti (EVAC Marine Maintenance Manual, 1989)

Piirros yläpuolella auttaa havainnollistamaan EVAC järjestelmän keskeiset osat. Kuvassa näkyy niin keräystankki pumppuineen ja ejektoreineen kuin kontrollivarusteet. Alipaine indikaattorit ja painekeytkimet (pressostaatti) ovat sijoitettu jäteveden sisään tulevaan imusarjaan. Painekeytkimet käynnistävät ja pysäyttävät vakuumpumppuja automaattisesti tarpeen mukaan. Toisin sanoen mitä parempi alipaine järjestelmän putkistossa on, sitä vähemmän vakuumpumppuja on käynnissä ja vastaavasti jos painekeytkimet havaitsevat matalan / heikon alipaineen niin järjestelmä käynnistää itsestään lisää vakuumpumppuja ylläpitääkseen toivotun alipaineen. Takaiskuventtiilit menevät kiinni ejektorilla heti kun pumppu pysähtyy.

Keräystankissa itsessään sijaitsee normaali ilmanpaine. Eli keräystankissa ei ole sisällä ollenkaan alipainetta ja siitä syystä johtuen keräystankki voi olla minkä muotoinen tahansa. Alipaine sijaitsee ainoastaan alipaineputkistossa, joihin tuotetaan siis ejektoreiden avulla alipaine.

Keräystankin kyljessä sijaitsevat Mobreyksi kutsutut pinta-anturit. Niiden avulla pyritään pitämään jäteveden pintataso aina optimaalisena keräystankissa. Kun jäteveden pintataso



ylittää korkean pinnan anturin alkaa keräystankki tyhjentää jätevettä vakuumipumpun avulla jäteveden varastotankkeihin. Vastaavasti kun kontrollilaitteisto saa signaalin matalanpinnan anturilta niin keräystankki lopettaa tyhjennyksen jäteveden varastotankkiin.

Kontrollilaitteisto pitää sisällään toiminnot korkean sekä matalan pinnan kontrolliin, hälytystoiminnot ja pinta-antureiden blokkauksen toiminnot.

Jätevesi voidaan tyhjentää jäteveden varastotankista maihin Helsingin tai Tukholman kaupungin jätevesiverkkoon tai pumpata merellä ollessa yli laidan (tämä yli laidan pumppaus ei ole enää sallittua, eikä noudata missään nimessä Viking Linen ympäristöpolitiikkaa).

Aluksella on kaksi erillistä tyhjennys pumppua tätä maihin tyhjentämistä varten. Pumput ovat kytketty suoraan mustan veden varastotankkiin. Pumppu numero 1 käytämme ainoastaan Helsingin satamassa ja pumppu numero 2 on käytössä Tukholman satamassa. Jäteveden pumppaushuone sijaitsee laivan autokannella aluksen peräosassa kummallakin puolella alusta. Keskimäärin maihin pumpattava jätevesi määrä on noin 100 m<sup>3</sup> vuorokautta kohden.

### **3.1 Alipaineputkisto**

M/S Gabriella on tällä hetkellä käytössä kolme keräystankkia jotka pitävät yllä alipainetta koko aluksen saniteetti järjestelmän alipaineputkistossa. Jokaisella keräystankilla on viisi erillistä alipaineputkea jotka ovat kytketty yhteen isompaan pääalipaineputkeen. Pääalipaineputki puolestaan on yhteinen kaikille kolmelle keräystankille. Pääalipaineputkeen on puolestaan asennettu niin kutsutut Crossover venttiilit jotka erottavat tankit toisistaan. Mikäli esim. yhteen keräystankkiin tulisi vikaa tai tarvetta tehdä rutiiniin omaista huoltotyötä niin voidaan nämä Crossover venttiilit avata ja ottaa kyseinen tankki pois käytöstä, jolloin kaksi muuta jäljelle jäävää tankkia huolehtivat tarvittavan alipaineen tuottamisesta.

<b>VACUUM TANK SYSTEM</b>								
<b>TANK 1</b>			<b>TANK 2</b>			<b>TANK 3</b>		
DECK	SPANT	LINJE	DECK	SPANT	LINJE	DECK	SPANT	LINJE
5 BB	16 - 40	XV	5 BB	156 - 172		5 BB	103 - 130	
6 BB	-5 - 48		6 BB	156 - 172		6 BB	103 - 130	
7 BB	-5 - 40		7 BB	156 - 172		7 SB	103 - 107	
5 BB	43 - 82		8 BB	150 - 165		9 SB	90 - 105	VI
6 BB	43 - 82		9 BB	150 - 155		11 SB	90 - 105	
9 BB	40 - 80		10 BB	145 - 155		5 BB	85 - 103	
11 BB	75 - 95	XIV	11 BB	145 - 155	I	6 BB	85 - 103	IX
5 SB	43 - 82		12 BB	155		5 SB	20 - 40	
6 SB	43 - 80		5 BB	136 - 155		6 SB	-5 - 35	
9 SB	48 - 85		6 BB	136 - 155	II	7 SB	-5 - 35	X
10 SB	70 - 74	XIII	7 BB	136 - 155		5 SB	88 - 94	VIII
11 SB	81 - 90		5 SB	160 - 173		6 SB	88 - 94	
2 SB	40 - 145	XII	6 SB	160 - 173		5 SB	97 - 130	VII
2 BB	80 - 145	XI	7 SB	160 - 173		6 SB	97 - 130	
			9 SB	145 - 165				
			10 SB	145 - 165	III			
			11 SB	150 - 158				
			5 SB	138 - 155				
			6 SB	132 - 155	IV			
			7 SB	138 - 155				
			3 SB	130				
			8 SB	35 - 53	V			
			7 BB	118 - 130				

Kuva 4. Kuvassa alipaineputkien numerointi ja sijainti aluksen rungolla (Viking Line Abp)

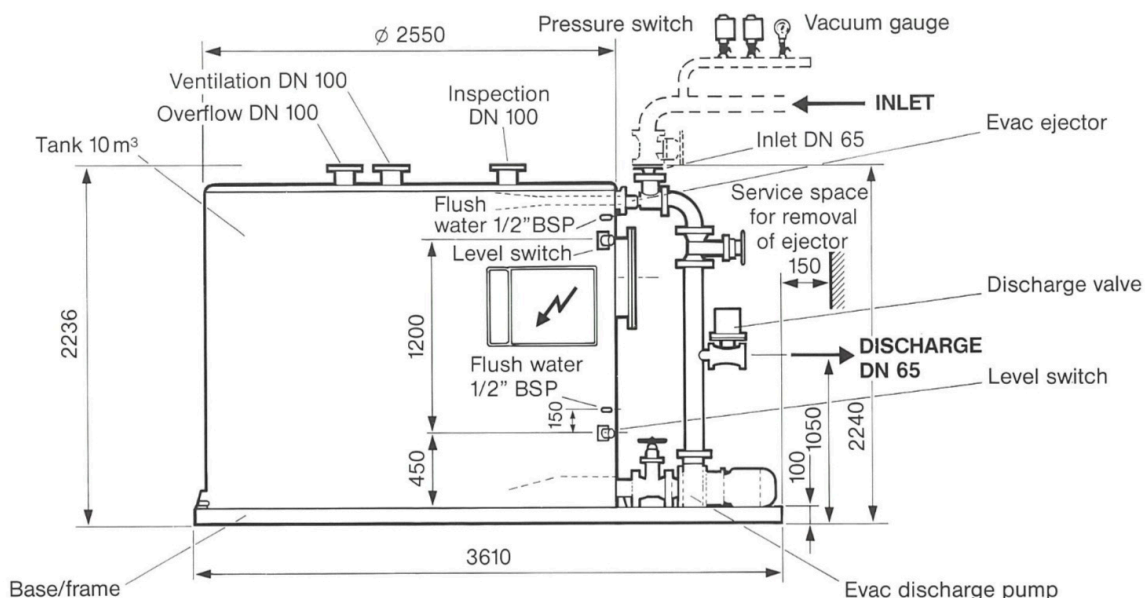
### 3.2 Keräystankki

Niin kuin aiemmin on mainittu, niin Gabriellalla on kolme keräystankkia. Tankit sijaitsevat konehuoneessa aivan keulimmaisessa osiossa.

Tankin perusosat ovat:

- Tankin tilavuus: 10 m<sup>3</sup>
- Painetestattu: 25 kPa
- Ejektoreiden määrä: 4 kpl
- Tyhjennyspumppuja: 4 kpl
- Sähkömoottoreita: 4 kpl

- Pinta-antureita: 3 kpl
- Manuaalisia tyhjennysventtiileitä: 2 kpl
- Automaattisia tyhjennysventtiileitä: 2 kpl
- Ohjain yksikkö



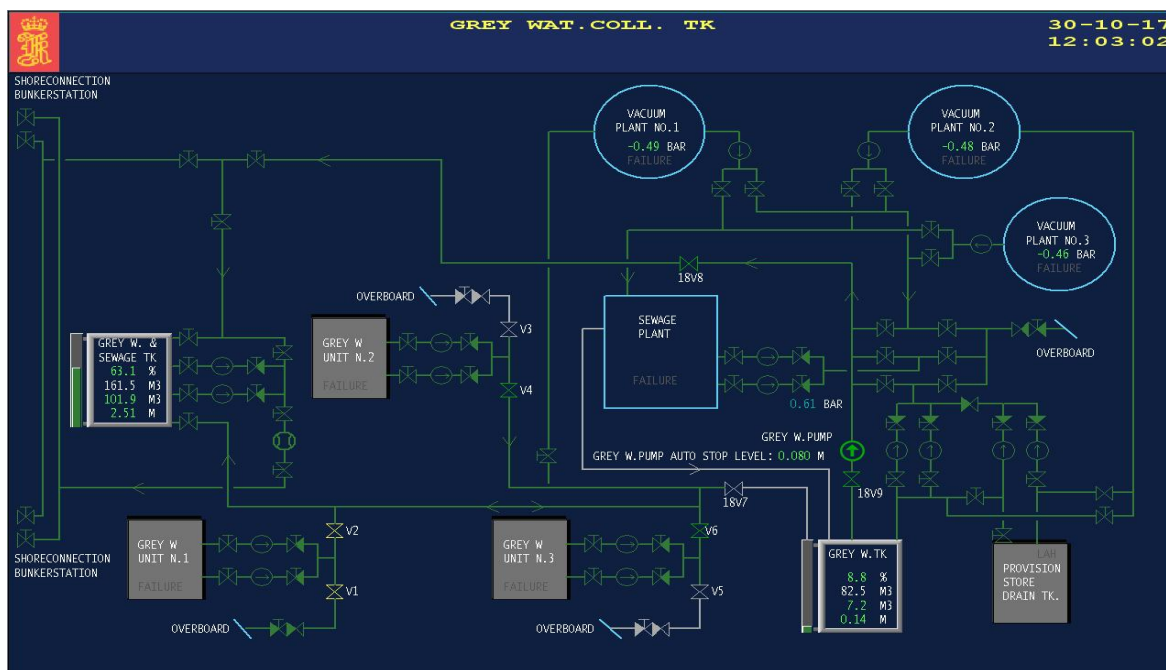
Kuva 5. Keräystankin tekninen piirros (EVAC Marine Maintenance Manual, 1989)

### 3.2.1 Jätevesitankit

Kun jätevesipinta saavuttaa keräystankissa korkean pinnan anturin niin keräystankit alkavat tyhjentää itseään varsinaisiin jätevesitankkeihin. Gabriellalla on kaksi jätevesitankkia. Vahtivuorossa olevan konemestarin työtehtäviin kuuluu seura näiden kahden tankin pintaa. Toinen jätevesitankki sijaitsee keulassa ja on näin ollen ensisijaisesti tankki johon keräystankit tyhjentävät. Toinen tankki sijaitsee aluksen peräosassa ja on tankki, josta saadaan pumpattua jätevesi maihin. Tankkien välissä sijaitsee siirtopumppu, jolla saadaan siirrettyä jätevettä aluksen keulatankista perätankkiin, jotta jätevesi voidaan siirtää maihin.

Sekä keulatankin, että perätankin pinnan tarkkailu on keskeinen osa vahtikonemestarin työtä, sillä kumpikaan tankki ei saa tulla liian täyteen, eikä siirtopumppu käynnisty automaattisesti vaan vahtikonemestarin pitää itse käynnistää se konevalvontajärjestelmän näyttöpäätteeltä. Kuten aiemmin mainittu niin tarkoituksena on, että ensi yritetään täyttää keulimmainen tankki, jonka jälkeen vasta aloitetaan vastaanottamaan jätevettä perätankkiin. Poikkeuksena saattaa olla esimerkiksi tilanne merellä jolloin vahtiperämies / yliperämies

huomaa, että keula ui liian syvällä niin saattaa tulla komentosillalta käsky alkaa ensiksi täyttää perätankkia, jotta saadaan lisää painoa aluksen perään. Keulimmaisen tankin tilavuus on 82,5 m<sup>3</sup> ja takimmaisen tankin tilavuus on 161.5 m<sup>3</sup>, joten kokonaistilavuus on näin ollen 244 m<sup>3</sup>.



Kuva 6. Kuvassa jätevesitankit, joista siirtopumppu parhaillaan siirtää tyhjemmästä keulatankista täydenpään perätankkiin.

## 4 Säädos jätevesien pumppaamisesta Itämereen

Merenkulussa toimii YK:n alainen kansainvälinen järjestö IMO (International Maritime Organization) joka on merenkulun turvallisuusasioita hallinnoiva järjestö. Kyseisen järjestön pää tavoitteita on merenkulun turvallisuuden kehittäminen ja liikenteen aiheuttaman merien saastumisen ehkäiseminen. IMO on luonut MARPOL (marine pollution) nimisen säädöksen jonka tarkoituksena on rajoittaa laivojen ympäristölle aiheutuvaa haittaa.

### 4.1 MARPOL Annex IV Prevention of Pollution by Sewage from Ships

MARPOL Annex IV määrittää säädöksen laivojen jäteveden pumppaamiselle mereen. Säädos määrittää yleisellä tasolla, että laivat eivät saa pumpata mitään jätevettä mereen, ellei aluksella ole käytössään hyväksyttyä jäteveden käsittelylaitosta. Jos jätevesi on puhdistettu ja käsitelty edellä mainitun jäteveden käsittelylaitoksen kautta niin käsitellyn jäteveden saa pumpata / tyhjentää mereen, kun alus on yli kolmen merimailin päässä lähimmästä rannasta.

Jätevesi jota ei ole käsitelty millään tavalla voidaan kuitenkin pumpata / tyhjentää mereen, mikäli alus on vähintään yli 12 merimailin päässä lähimmästä rannasta. (IMO:n [www-sivut](http://www.imo.org), 2018)

#### **4.1.1 Säädös Itämeren erityisalueesta**

Liikenne- ja viestintä ministeriö ja ympäristöministeriö ovat tiedottaneet 22.04.2016, että Kansainvälinen merenkulkujärjestö on edellä mainitulla päivämäärällä päättänyt Itämeren erityisaluetta koskevien määräysten voimaan tulosta. Määräyksillä kielletään kaikki risteilylaivojen jätevesien päästäminen Itämereen. Kaikki Itämeren maat ovat olleet yksimielisesti päätöksen takana.

Määräykset tulevat voimaan uusille aluksille 1.6.2019. Olemassa oleville risteilyaluksille määräaika on 1.6.2021. Alukset jotka saapuvat Itämeren erityisalueen ulkopuolelta ja liikennöivät suoraan Pietariin, saavat kahden vuoden siirtymäajan 1.6.2023 asti.

Nykyisin satamilla on mahdollisuus ottaa jäteveden asiallisesti vastaan, joten sen puolesta ongelmaa ei synny. Lisäksi kotimaiset risteilyalusvarustamot ovat jo pitkään toimineet vastuullisesti ja toimittaneet jätevedet satamiin. (Liikenne- ja viestintäministeriö, Tiedote 22.04.2016)

## **4.2 Viking Linen ympäristöpolitiikka**

Viking Line toimii herkässä meriympäristössä. Tästä syystä varustamo tekee päivittäin töitä Itämeren ja sen arvokkaan saariston säilyttämiseksi myös tuleville sukupolville.

Viking Line on jo pitkään asettanut vaatimuksia ympäristöön enemmän sopeutetusta tekniikasta, toteuttanut polttoaineen säästöohjelmia ja ottanut käyttöön sopeutettuja konsepteja laivoilla. Tarkoituksena on tehdä ympäristötyöstä luonnollinen osa päivittäistä työtä ja sitä tulee kehittää. Pitkäjänteisellä ja aktiivisella toiminnallaan varustamo on kehittänyt ympäristötyön, joka tänä päivänä ulottuu laajemmalle kuin mitä säännökset edellyttävät.

Tärkeänä osana ympäristötyötä on jäännöstuotteiden ympäristöystävällinen käsittely. Muina tavoitteina on saastumisen ehkäiseminen ja sen myötä ympäristövaikutusten vähentäminen Itämereen. Tämä saavutetaan vähentämällä päästöjä mereen ja ilmaan ja optimoimalla raaka-aineiden käyttöä. Viking Linen tulee myös lisätä hyödyntämistä ja kierrätystä vähentääkseen

jätteiden määrää. Kaikki jätteet viedään maihin ja jo vuosikymmenten ajan kaikki jätevedet on jätetty satamien kautta kunnallisiin vedenpuhdistamoihin.

Viking Line ottaa aktiivisesti osaa Itämeren pelastustoimiin tukemalla ja tekemällä yhteistyötä eri ympäristöjärjestöjen kanssa.

Viking Linen toiminta ottaa tällä tavalla huomioon saariston ja meriympäristön, jonka halki Viking Linen alukset kulkevat. (Viking Line Abp, Ympäristöpolitiikka).

## **5 EVAC saniteettijärjestelmän ongelmakohdat M/S Gabriellalla**

Vaikka EVAC:in saniteettijärjestelmä on itsessään hyvä ja toimiva järjestelmä on siinä kuitenkin omia ongelmakohtia ja järjestelmä alkaa tulla elinkaarensa loppuun mistä syystä Viking Line on päätenyt JETS saniteettijärjestelmän ostamiseen.

Tämän kappaleen aikana on tarkoitus käsitellä EVAC:ssa ilmenneitä ongelmakohtia ja asioita jotka työllistävät M/S Gabriellan koneosaston työntekijöitä useasti. Mahdolliset ongelmakohtien ratkaisuun / poistoon korvaavan järjestelmän osalta myös paneudutaan.

### **5.1 Vaahdon muodostuminen keräystankkiin.**

EVAC:in suurin yksittäinen ongelmakohta on vaahdonmuodostuminen keräystankin sisälle. Toimiakseen kunnolla keräystankissa ei saisi missään nimessä olla vaahtoa vaan keräystankin tulisi sisältää ainoastaan nestemäisessä muodossa olevaa jätevettä. Tankissa oleva näkölasi auttaa havaitsemaan onko tankissa oleva tavara nestemäisessä muodossa vai onko siellä vaahtoa.

Tankin olennainen toiminta perustuu siihen, että tankin ulkopuolella olevat kierrätyspumput imevät tankin alaosaan mustaa vettä ja kierrättävät sitä tankin yläosassa olevan ejektorin läpi, jolloin ejektori tuottaa alipainetta alipaineputkistoon.

Mikäli tankkiin sisälle muodostuu vaahtoa niin järjestelmä ei pysty enää tuottamaan alipainetta. Toisin sanoen tämä tarkoittaa sitä, että kierrätyspumput alkavat imeä nesteen sijasta vaahtoa ja kulkiessaan ejektorin läpi, ejektori ei pysty muodostamaan tarvittavaa alipainetta. Toinen vaihtoehto on, että kierrätyspumppu ei pysty imemään mitään, jos vaahtoa on tankissa ja tuloksena on sama asia, ettei alipainetta tule järjestelmään.

### **5.1.1 Syyt vaahdon muodostukseen keräystankissa**

Vaaho muodostuminen keräystankkiin johtuu usein sinne kuulumattomien kemikaalien käytöstä. Usein aluksella käyvät maista tulevat siivoojat saattavat käyttää siivotessaan aluksen hytin vessoja sellaisia kemikaaleja jotka aiheuttavat vaahdon muodostumisen keräystankkiin. Myös jotkut matkustajat saattavat laittaa käsienpesuainetta WC altaaseen jolloin aine pääsee kulkeutumaan keräystankkiin ja muodostamaan vaahtoa.

Kerta kierrätyspumput kierrättävät jätevettä käytännössä koko ajan keräystankissa, pääsee jätevesi lämpiämään niin paljon tankissa, että se edes auttaa vaahdon muodostusta.

Myös mahdolliset putkistovuodot alipaineputkistossa saattavat muodostaa vaahdon syntymisen keräystankin sisälle.

### **5.1.2 Tarvittavat toimenpiteet vaahdon poistamiseksi**

Tavallisin keino poistaa vaahtoa keräystankista on kemikaali nimeltä Marisol DF (De Foamer). Kyseessä on silikoniemulsio vaahdon estoon. Keräystankin kyljessä sijaitsee pienet kupit joihin kyseistä kemikaalia voi kaataa. Kupin kyljessä sijaitsee venttiili, jota avaamalla kemikaali, joka on kaadettu kuppiin, pääsee kulkeutumaan alipaineputkiston pääputkeen, josta se ejektorin kautta saapuu sisälle tankkiin. Kulkeuduttuaan tankkiin silikoniemulsio vaikuttaa vaahtoon siten, että vaaho muodostuu takaisin nesteeksi. (Marisol Product Data Sheet)

Kyseisen kemikaalin ollessa suhteellisen hintavaa, ei ole suositeltua, että sitä käytetään perusteettomasti tai liikaa. Valmistajan edustajan mukaan tehtaalla suoritettujen tuotetestien mukaan liian paljon käyttäminen ei vaikuta olennaisesti lopputulokseen. Toisin sanoen lisääkö kemikaalia yhteen keräystankkiin kaksi desilitraa tai yhden litran ei tee lopputuloksessa merkittävää muutosta. Vaahdon torjuminen on pääsääntöisesti vahtikonemiehen työtä ja tätä on koitettu opastaa kaikille vahtikonemiehille.

Vaahtoa voi myös torjua merivedellä, palopumppujen avulla. Välillä kun vaahtoa on tankissa ja sitä koittaa kädellä niin huomaa, että tankki on aivan tulikuuma. Toimenpiteen tarkoituksena on jäähdyttää tankkia viileällä merivedellä, joka poistaa vaahtoa, kunhan tankki jäähtyy. Jokaiseen keräystankkiin on sijoitettu kolme palopumpulta tulevaa linjaa. Avaamalla venttiilin merivesilinjalta joka sijaitsee tankin yläosassa, lähtee palopumppu automaattisesti päälle ja alkaa syöttää merivettä tankkiin. Ohjauskaapin kyljessä oleva alarajan pinta-anturin voi ohittaa ns. bypass-kytkimellä ja painaa Disch. To T.Plant Start

painiketta, jolloin keräystankki alkaa tyhjentää itseään jätevesitankkiin. Tyhjennystä tehostaakseen konemies voi sulkea pumpun ja ejektorin välissä olevan venttiilin, jolloin pumppu ei enää kierrätä nestettä ejektorin läpi vaan painaa kaiken nesteen suoraan tyhjennyslinjaan joka menee jätevesitankkiin.



Kuva 7. Ohjainkaappi, jossa oikealla näkyvä musta katkaisija on bypass-kytkin.

## 5.2 Alipaineputkistossa esiintyvät vuodot ja tukokset

Toisena merkittävänä ongelmana voimme mainita alipaineputkistossa esiintyvät vuodot ja tukokset. Niiden syntyminen tekevät suurta haittaa järjestelmän toimivuudelle. Nämä ongelmat työllistävät sekä vahtikonemiehiä sekä sisustuskorjausmiehiä. Ongelman aiheuttajana saattavat olla erinäiset syyt joihin paneudumme tässä kappaleessa.

### 5.2.1 Vuodot putkistoissa sekä niiden tunnistaminen.

Vuotojen havaitseminen alkaa usein sillä, että konevalvontajärjestelmän automatiikka antaa matalan alipaineen hälytyksen joltain aluksen kolmesta keräystankista. Myös asiakkaiden / matkustajien antama palaute vessojen toimimattomuudesta aluksen info-pisteeseen merkitsee yleensä ongelmia alipaineputkistossa. Saamansa asiakaspalautteen mukaan info-piste tekee ilmoituksen aluksen vahdissa olevalle konemestarille, jolloin ongelman syytä aletaan selvittää.



### **5.2.2 Vuotavan linjan toteaminen**

Mikäli tankissa ei ole vaahtoa voimme alkaa epäillä kyseessä olevan linjavuoto. Yhdessä keräystankissa sijaitsee viisi alipainelinjaa niin kuin edellä jo mainitsimme. Tärkein asia on ensimmäiseksi selvittää, mikä linja on kyseessä joka vuotaa. Jos esimerkiksi keräystankki 1. antaa hälytyksen matalasta alipaineesta niin selvitämme, onko kyseessä linja 6, 7, 8, 9 vai 10. joka vuotaa.

Jokaisen alipainelinjan päätyyn on asennettu punainen sulkuventtiili alipainelinja ja päälinjan väliin. Lisäksi päälinjaan on kytketty painemittari eli manometri. Ongelman ilmetessä vahtikonemies sulkee yksi kerralla punaisen sulkuventtiilin. Kun vuotava linja osuu kohdalle, niin manometrissa lähtee nousemaan paine, sillä silloin vuoto loppuu vuotavassa linjassa, kun linja on pois suljettu ja järjestelmä alkaa näin ollen taas tuottamaan alipainetta muihin linjoihin.

Vahtikonemies voi ensimmäisenä korjaustoimenpiteenä sulkea ja avata edellä mainittua venttiiliä useampia kertoja, jos ongelma esim. vuotava WC:n toimilaitte lähtisi, sillä korjaantumaan, mutta mikäli ongelma ei tällä toimenpiteellä poistu niin täytyy hänen / konemestarin ottaa yhteyttä sisustuskorjausmiehiin joiden toimenkuvaan kuuluu selvittää saniteettijärjestelmän ongelmat konehuoneen ulkopuolella. Pienen ongelman ollessa kyseessä voi vahtikonemies avata päälinjassa olevat crossover-venttiilit tehostaakseen alipainetta jolloin muut keräystankit osallistuvat vuotavan keräystankin alipaineen tuottoon.

### **5.2.3 Linjavuodon korjaaminen**

Kun vuotavalinja on saatu selville, niin sisustuskorjausmiehille ilmoitetaan vuotavan linjan numero. Sivulla kuusi olevasta taulukosta käy ilmi missä kohtaa kyseinen alipainelinja kulkee aluksen runkoon nähden. Tällä tavoin he tietävät mistä suunnasta kannattaa ongelmaa lähteä hakemaan.

Usein ongelman aiheuttajana toimivat vuotavat toimilaitteet WC pöntön takana. Mahdollisuuksien mukaan he voivat korjata toimilaitteen tai vaihtaa sen kokonaan uuteen. Myös putkiin on saattanut tulla ajan myötä reikiä jolloin he leikkaavat putken huonot osuudet pois ja hitsaavat tilalle uutta putkea. Putkiliitosten tiivisteet saattavat myös mennä rikki ajan saatossa jolloin rikkoutuneen tiivisteiden tilalle vaihdetaan uusi tiiviste.



Kuva 8. Kuvassa näkyvät alipainelinjat ja päälinja. Ylemmät punaiset venttiilit ovat edellä mainitut sulkuventtiilit alipainelinjan ja päälinjan välissä.

#### 5.2.4 Linjatukokset

Huono alipaine järjestelmässä saattaa tarkoittaa myös linjatukosta. Ongelman yleisin aiheuttaja on, että alipainejärjestelmään on päässyt jotain sinne kuulumatonta tavaraa. Kertakäyttökupit, pyyhkeet, ehkäisyvälineet yms. aiheuttavat linjatukoksia. WC:n toimilaitteeseen on viime aikoina asennettu eräänlaiset piikit joiden pitäisi estää epämääräisten esineiden pääsy pidemmälle putkistoon. Asennus on todettu toimivaksi, mutta kuitenkin aika ajoin saattaa silti joitain esineitä päästä järjestelmään. Yksi ehdotettu korjaus toimenpide sisustuskorjausmiesten taholta on asentaa kolme palolinjaliitintä crossover-venttiilien välille (joilla eristetään keräystankit toisistaan), jotta he voisivat leikata alipainelinjan poikki autokannella ja paineistaa linjan palovedellä niin sanotusti väärästä suunnasta. He siis painaisivat vettä konehuoneesta ylöspäin, kun normaali kiertäminen on täysin päinvastoin. Tällöin heidän pitää kytkeä poikki leikattuun linjan päähän esimerkiksi kumiletku ja laittaa se suuntaamaan kohti autokantta, ettei missään nimessä palovesi pääse tulemaan hyttien WC pöntöistä yli, joka olisi täysi katastrofi.

### 5.3 Keräystankin Ejektorien ongelmat

Jokaisessa keräystankissa on neljä ejektoria (12 kaiken kaikkiaan). Ejektorin tehtävänä on tuottaa ohivirtaavan nesteen avulla alipaine järjestelmään. Ejektoreissa esiintyvät ongelmat työllistävät aluksen konemiehistöä ja heikentävät alipaineen muodostumista järjestelmään.

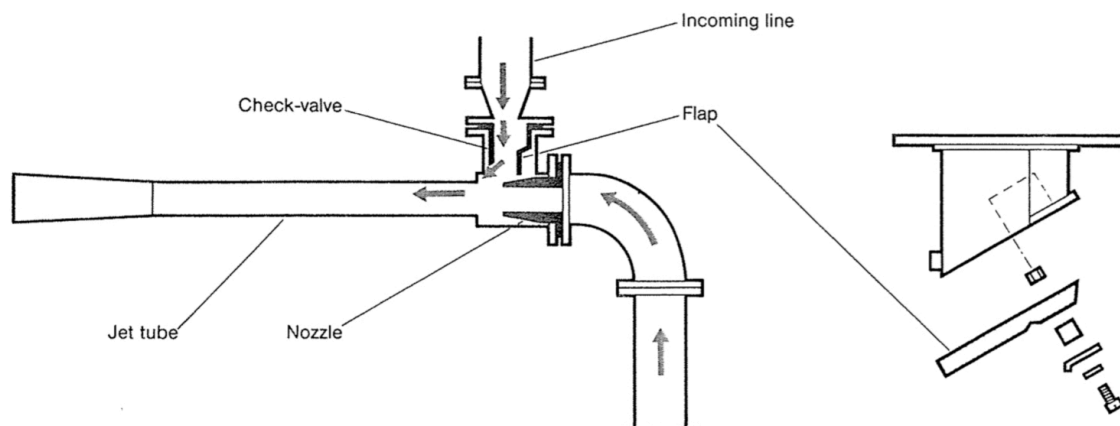
Ejektori muodostuu suihkutuspuksesta, joka on ruostumatonta terästä, takaiskuventtiilistä ja suuttimesta jotka ovat PVC-muovia.

### 5.3.1 Tukkeutunut ejektori

Mikäli järjestelmässä on ongelmia voi vahtikonemies tarkastaa keräystankin näkölasista ejektoreiden toiminnan. Normaali tilanteessa kaikki vakuumpumput ovat automatiikalla jolloin painekeytkimet eli pressostaatit ohjaavat vakuumpumppujen toimintaa. Ejektoreiden toiminnan tarkastamiseksi vahtikonemies voi laittaa kaikkien vakuumpumppujen katkaisijat OFF-asentoon ja yksitellen jokaisen pumpun MAN-asentoon jolloin vain yksi ejektori on toiminnassa. Näkölasista katsomalla vahtikonemies toteaa, että tuleeko ejektorista nestettä ulos vai ei. Mikäli jokin ejektori on tukossa niin siitä ei tule nestettä ulos ollenkaan tai ulos tulevan nesteen määrä on hyvin heikko.

Mikäli vahtikonemies toteaa ejektorin olevan tukossa hänen pitää se avata, jotta hän saa puhdistettua sen. Yleisin ongelma on, että ejektorin suutin on tukkeutunut järjestelmään kuulumattomalla tavaralla, esimerkiksi pullonkorkeilla, tupakansytyttimillä, käsipyyheliinoilla tai muilla jätteillä.

Ejektorin avaaminen tapahtuu poistamalla mutkapala ejektorin ja vakuumpumpulta lähtevän putken välistä. Ejektorin putsaamiseen on kehitetty oma työkalunsa tai ilman työkalua ejektorin suuttimen poistaminen käy myös helposti vetämällä se vain ulos sieltä, jolloin pudistus tapahtuu käsin irrottamalla lika suuttimesta.



Kuva 9. Kuvassa ejektorin ja sen putkiston poikkileikkaus. (EVAC Marine Maintenance Manual, 1991)

### **5.3.2 Viallinen ejektorin takaiskuventtiili**

Ongelmia ejektorissa saattaa aiheuttaa myös viallinen takaiskuventtiili tai toisin sanoen läppä. Tämä kyseinen läppä on ainoa ejektorin liikkuva osa.

Vuotava takaiskuventtiili voi johtua jätteestä tai kiinteistä aineista takaiskuventtiilin tiivistepinnoilla tai vioittuneista läppäventtiileistä.

Ongelman pystyy yleensä helposti toteamaan, jos pumppu on käynnissä ja vahtikonemies pysäyttää pumpun niin alipaine romahtaa järjestelmässä.

Vuotava takaiskuventtiili aiheuttaa alipainevuotoja putkistossa sekä jatkuvaa pumpun käynnistymistä ja pysähtymistä. (EVAC Marine Maintenance Manual, 1991)

## **5.4 Keräystankin pinta-anturin toiminta**

Keräystankissa kylkeen on asennettu kolme pinta-anturia, joiden tarkoitus on pitää nesteen pinta haluttuna tankissa. Nämä kolme anturia ovat matalapinta sensori, korkeapinta sensori ja erittäin korkeapinta sensori.

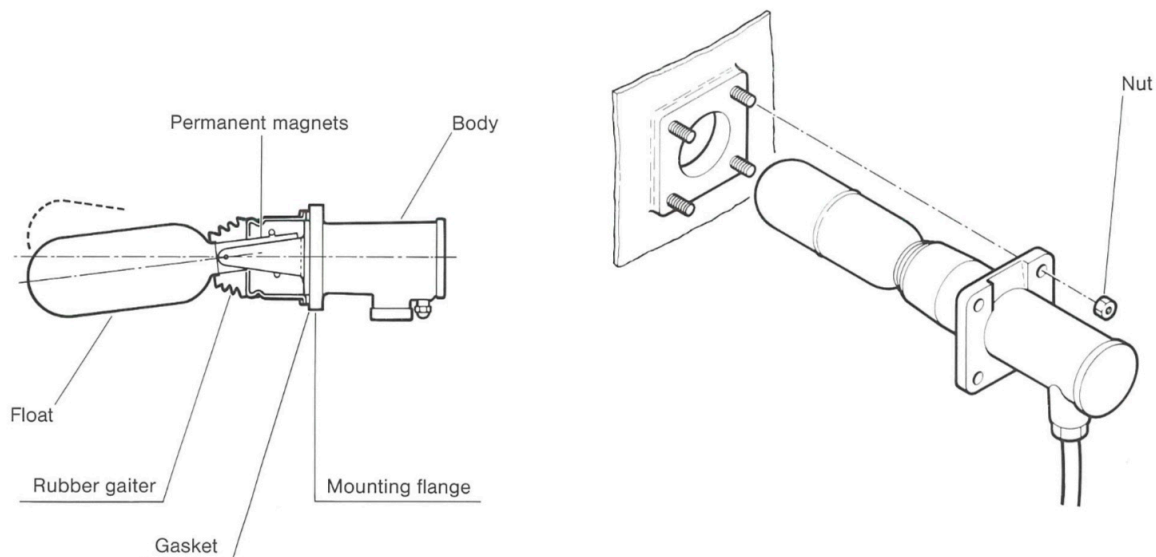
Pääsääntöisesti jokaisessa tankissa on vakuumpumppu 1. päällä koko ajan, sillä automatiikalla toimiva tyhjennysventtiili on sijoitettu tämän vakuumpumpun yhteyteen. Pinta-anturit ohjaavat näin ollen tyhjennysventtiilin toimintaa. Kun nesteen pinta yltää korkean pinnan sensorille niin automatiikka avaa tyhjennysventtiilin ja vastaavasti, kun pinta laskee tyhjennyksen yhteydessä matalanpinnan sensorin tasolle, niin automatiikka sulkee tyhjennysventtiilin.

### **5.4.1 Pinta-anturien ongelmat**

Lian joutuminen pinta-anturin kohon ja rungon väliin aiheuttaa ongelmia pinta-anturin toimivuudessa. Esimerkkinä voimme käyttää tapauksia, jossa matalanpinnan sensori on jumittunut yläasentoon ja ei indikoi, kun keräystankissa olevan nesteen pinta on saavuttanut halutun matalanpinnan. Tällä tavoin keräystankissa oleva neste pääsee tyhjenemään kokonaan koska automatiikka ei saa signaalia matalasta pinnasta, joka puolestaan aiheuttaa sen, että alipaine järjestelmässä romahtaa, koska ejektorien läpi ei enää kulje nestettä.

Vastaavasti jos korkeanpinnan sensori jumittuminen puolestaan aiheuttaa keräystankin täyttymisen täysin jolloin erittäin korkeanpinnan sensori antaa konevalvontajärjestelmälle hälytyksen keräystankin häiriöstä (Collecting Tank Failure).

Kyseisten pinta-anturien häiriön tullessa kyseeseen, täytyy vahtikonemiehen puhdistaa pinta-anturit liasta. Tämä tapahtuu poistamalla pinta-anturi keräystankin kyljestä. Pinta-anturin irrotus tapahtuu avaamalla anturin rungossa olevat neljä mutteria ja vetämällä anturi ulos keräystankista.



Kuva 10. Kuvassa pinta-anturin tekninen piirros. (EVAC Marine Maintenance Manual, 1991)

## 5.5 Vakuumpumpuissa ilmenevät ongelmat

Vakuumpumpuissa ilmenevät ongelmat ovat myös yleisiä M/S Gabriellalla. Pumpun yleisimmät ongelmat ovat vuotavat akseli tiivisteet sekä muut tiivisteet, kulunut tai rikkoutunut pumppupyörä. Kuluneet laakerit pumpussa aiheuttavat myös töitä kone- ja korjausmiehille.

## 6 Säädos likaisentyönlisästä

Mikäli joku konemiehistöön kuuluva henkilö joutuu tekemään edellä mainittuja töitä, on hän oikeutettu saamaan likaisentyönlisää. Tämä on omiaan aiheuttamaan varustamolle lisää kustannuksia normaalin palkkatyön lisäksi. Uuden korvaavaan JETS järjestelmän ansiosta useimpia aikaisemmin mainittuja töitä ei tarvitse enää suorittaa, joten varustamolle tulee siis säästöjä siinäkin mielessä, että kyseistä lisästä ei tarvitse maksaa enää niin paljoa.

Säädos kyseisestä lisästä kuuluu seuraavasti:

1. Työntekijällä on oikeus liitteessä 1 ilmenevä korvaus likaisesta työstä joka kerralta, kun hän joutuu siivoamaan tai työssään käsittelemään tavanomaisesta poikkeavassa määrin oksennusta, ulosteita, tai muita vastaavia eritteitä taikka verta. Työssä, joka tehdään jätevesisäiliöiden ja –kuilujen sekä putkistojen puhdistamiseksi, avaamiseksi ja korjaamiseksi ja jossa joudutaan käsittelemään edellä mainittuja eritteitä tai verta, maksetaan liitteessä 1 ilmenevä korvaus jokaiselta alkavalta tunnilta
2. Edellä tarkoitetuissa tilanteissa on otettava yhteyttä työnjohtoon, jolloin samalla todetaan, onko kysymyksessä edellä mainittu korvattava työ. (SMU, Ulkomaanliikenteen matkustaja-alussopimus, s.22-23)

Liitteessä 1 ilmenevä korvaus likaisentyönlisästä on 14,32 € / kerta. (SMU, Ulkomaanliikenteen matkustaja-alussopimus, s.40)

Tärkeä huomio kyseistä lisää ajatellen on, että sopimuksen mukaan lisää tulee maksaa jokaiselta alkavalta tunnilta. Esimerkiksi jos linjavuodon korjaamiseen menee 1 tunti ja 5 minuuttia niin tulee varustamon korvata työntekijälle likaisentyönlisä kaksinkertaisena.

Konepäällystölle ei ole olemassa likaisentyönlisää vaan kyseessä on Suomen Merimies-Unionin neuvottelema etuus konemiehistölle.

## **7 Rutiininomaiset huoltotyöt EVAC järjestelmälle**

Seuraavaksi käsitellään rutiininomaisia- ja normaaleita huoltotöitä käytössä olevalle EVAC järjestelmälle. Kysymykseen tulee muutama työ, joka suoritetaan säännöllisin väliajoin tai aluksella käytössä olevan Amos-huolto ja varaosajärjestelmän määräämänä.

### **7.1 Pinta-anturien huuhtelu**

Jokaisen vahtikonemiehen pitäisi kerran oman vahtivuoronsa aikana huuhdella pinta-anturit (12 kpl) merivedellä välttääkseen lian kulkeutumisen anturiin. Jokaisen anturin yläpuolelle on asennettu huuhteluputki, jossa sijaitsee sulkuventtiili. Huuhteluputki on kytketty aluksen palovesilinjaan ja avaamalla sulkuventtiilin alkaa huuhteluputkesta tulemaan merivettä pinta-anturille. Tämä toimenpide on tehokas ja nopea tapa ehkäistä pinta-anturien jumittumista.

## 7.2 Keräystankkien huuhtelu ja venttiilien toiminnan tarkastus

Tämä kyseinen työ kuuluu vahtikonemiehelle. Työ tulee suorittaa kerran viikossa joka viikko Amos-huoltojärjestelmän määräämänä. Työ suoritetaan kaikille keräystankeille, yksi kerrallaan.

Toimenpiteeseen kuuluu ensin huuhdella pinta-anturit, sen jälkeen huuhdellaan keräystankki merivedellä käyttäen apuna kolmea merivesilinjaa jotka ovat sijoitettu tankin yläosaan tätä toimenpidettä varten. Käynnistetään tyhjennyspumppu, jotta tankki ei yli täyty, kun merivesihuuhtelu on käynnissä. Kaikki keräystankissa olevat venttiilit tulee avata ja sulkea hieman, jotta voidaan todeta, ettei venttiilit ole menneet jumiin. Myös ohjainkaapissa olevaa Lamp Test-painiketta tulee painaa, jotta selvitetään, että kaikki merkki- ja varoitusvalot toimivat moitteettomasti.

## 7.3 Keräystankin puhdistus

Keräystankit tulee puhdistaa Amos-huoltojärjestelmän määräämänä kolmen kuukauden välein. Tämä on vahtikonemiehen työ. Työ tulee tehdä seuraavasti:

- Avataan cross-over venttiilit ja suljetaan punaiset venttiilit ejektorien yläpuolelta (kts. Kuva 8), jotta muut keräystankit hoitavat alipaineen tuoton tämän keräystankin sijaan.
- Ohitetaan pinta-anturit ja tyhjennetään tankki
- Avataan näkölasi ja huuhdellaan tankki sisältä
- Poistetaan kiinteät esineet manusluukun kautta
- Huuhdellaan pinta-anturit ja tarkastetaan, että ne liikkuvat
- Täytetään tankkiin merivettä noin 1500 litraa (20 cm) ja lisätään kaksi kanisteria PC (Pipe Cleaner) kemikaalia
- Suljetaan näkölasi
- Laitetaan vakuumipumppujen katkaisijat MAN-asentoon ja annetaan pumppujen käydä 5-7 tuntia.

Kun vakuumpumput ovat kierrättäneet PC kemikaalia edellä mainitun 5-7 tuntia tai jopa pidempään voidaan työ saattaa päätökseen tyhjentämällä keräystankki ja huuhtelemalla se merivedellä. Sen jälkeen tankkiin täytetään hieman merivettä ja avataan ejektorien venttiilit sekä suljetaan cross-over venttiilit. Tämän jälkeen tankki otetaan normaali käyttöön asettamalla vakuumpumppujen katkaisijat AUTO-asentoon.

#### **7.4 Pumpun käyntituntimääräinen huoltotyö**

Konemies suorittaa pumpun kunnostustyön varaosaohjelman mukaisesti kerran joka 60 kuukausi. Käytännössä tämä tarkoittaa kuitenkin, että pumppu kunnostetaan aina silloin, kun ongelmaa ilmenee. Pumppu irrotetaan pumpun kunnostusta varten, jolloin vaihdetaan myös pumpun mekaaninen tiiviste. Sähkömestariin pitää ottaa yhteyttä, mikäli sähkömoottorin laakerit kaipaavat uusimista.

### **8 Energiamittaukset EVAC-järjestelmälle**

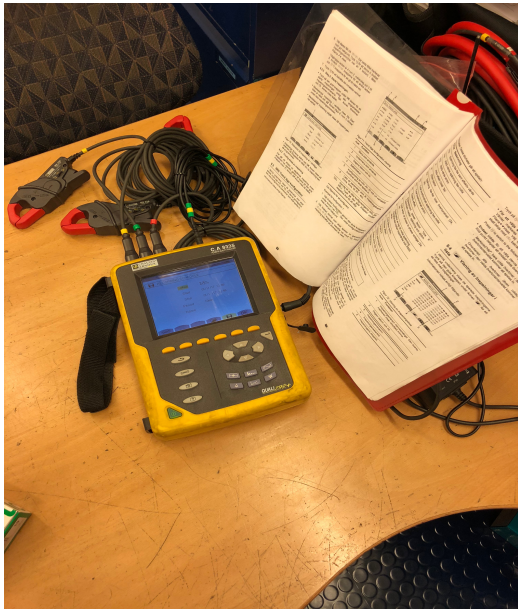
Nykyään energian säästölle on tullut varustamolle tärkeä asia. Ennen vanhaan tälle osaluueelle ei kiinnitetty niin paljon huomiota, mutta nykyään halutaan olla mahdollisimman kustannustehokkaita. Polttoaineen säästö on vallitseva trendi tällä hetkellä maailmassa. Mitä pienempi energiankulutus pystytään saamaan, niin vastaavasti polttoaineenkulutus tippuu, mikä vaikuttaa positiivisesti ympäristöystävällisyyteen.

Suoritin energiamittauksia M/S Gabriellalla tarkoituksena mitata EVAC:in käyttämä energia ja tulevaisuudessa mitata vastaavasti JETS-yksikön käyttämä energia jolloin voin näitä mittauksia vertaamalla selvittää, saavutamme energiasäästöjä siirtymällä EVAC:stä JETS-yksikköön.

Viking Line Abp on ostanut koko laivaston käyttöön yhden energiamittarin, jota jokainen laiva voi lainata sitten, kun sille esiintyy tarvetta. Kun minun työni tuli kyseeseen, tiedustelimme pääkonttorista, jos saisin kyseisen mittarin M/S Gabriellalle. Vastauksena sähköpostiin pääkonttori ilmoitti energiamittarin sijaitsevan sillä hetkellä M/S Mariellan sähköosastolla. Teimme uuden tiedustelun heille ja he lupautuivat jättämään mittarin Maarianhaminan satamaan, josta me voimme sen noutaa, kun saavumme sinne seuraavaksi.

Mittarin saavuttu laivalle suoritin energiamittauksen aluksen sähkömestarin avustuksella 1.10.2017-8.10.2017 välisenä aikana. Mittari on Chauvin Arnoux:in C. A 8335 mallinen energiamittari.





Kuva 11. Kuvassa energiamittari ja käyttöohjekirja

Jokaisesta keräystankista valittiin yksi pumppu, josta mittaus suoritettiin. Keräystankki numero 1 mitattiin neljäs pumppu, keräystankki numero 2 mitattiin toinen pumppu ja keräystankki 3 mitattiin neljäs pumppu.

Mittarissa on seitsemän (7) johtoa jotka täytyy kytkeä. Kyseessä on kolmivaiheisen sähkömoottorin mittaus, joten kolme johtoa täytyy kytkeä volttipuolelle, kolme johtoa ampeeripuolelle sekä maadoitus johto.

Kaikki nämä kytkennät teimme sähkömestarin kanssa keräystankin ohjainkaapin sisäpuolelle. Mittarissa on toiminto, jolla pystyy nauhoittamaan mittarin keräämää dataa haluamanaan ajankohtana. Kytkennän jälkeen asetettiin se vakuumipumpun katkasi ja MAN-asentoon, ettei pumppu pysähdy nauhoitus ajankohtana vaan on koko ajan käynnissä. Mittari asetettiin tekemään tunnin mittainen nauhoitus jokaisesta edellä mainitusta pumpusta.



Kuva 12. Kuvassa energiamittari kytkettynä ohjainkaappiin.

Tankki numero 1 kohdalta 4. pumpulta saimme seuraavanlaiset arvot:

Vaihe 1	Vaihe 2	Vaihe 3
395.9 Volttia	400.7 Volttia	399.9 Volttia
8.63 Ampeeria	9.12 Ampeeria	9.56 Ampeeria
+ 0.746 PF	+ 0.795 PF	+ 0.746 PF

Tankki numero 2 kohdalla 2. pumpulta saimme seuraavan laiset arvot:

Vaihe 1	Vaihe 2	Vaihe 3
397.1 Volttia	396.6 Volttia	396.6 Volttia
8.50 Ampeeria	8.72 Ampeeria	8.55 Ampeeria
+ 0.779 PF	+ 0.774 PF	+ 0.759 PF

Tankki numero 3 kohdalla 4. pumpulta saimme seuraavan laiset arvot:

Vaihe 1	Vaihe 2	Vaihe 3
392.3 Volttia	395.6 Volttia	396.8 Volttia
8.13 Ampeeria	7.73 Ampeeria	8.60 Ampeeria
+ 0.787 PF	+ 0.730 PF	+ 0.736 PF

## 8.1 Energialaskut

Seuraavaksi laskemme jokaisen mitatun vakuumipumpun ottaman tehon:

$P = \text{Teho (W, Watti)}$

$U = \text{Jännite (V, Voltti)}$

$I = \text{Virta (A, Ampeeri)}$

$PF = \text{Tehokerroin (Power Factor)}$

$E = \text{Energia (Wh, Wattitunti)}$

Laskemme keskiarvon jokaisesta mitatusta arvosta:

Keräystankki 1:

$$U = \frac{395.9 + 400.7 + 399.9}{3} = 398.83 \text{ V}$$

$$I = \frac{8.63 + 9.12 + 9.56}{3} = 9.10 \text{ A}$$

$$PF = \frac{0.746 + 0.795 + 0.746}{3} = 0.762 \text{ PF}$$

Vakuumpumpun ottaman tehon (P) laskemme seuraavasti:

$$P = \frac{U \times I \times PF \times \sqrt{3}}{1000}$$

$$P = \frac{398.83 \text{ V} \times 9.10 \text{ A} \times 0.762 \times \sqrt{3}}{1000} = 4.7901 \text{ kW}$$

Vakuumpumpun ottaman energian (E) laskemme seuraavasti:

$$E = P \times t$$

$$E = 4.7901 \text{ kW} \times 1 \text{ h} = 4.7901 \text{ kWh}$$

Suoritamme samat laskut keräystankki 2. osalta:

Keskiarvo:

$$U = \frac{397.1 + 396.6 + 396.6}{3} = 396.76 \text{ V}$$

$$I = \frac{8.50 + 8.72 + 8.55}{3} = 8.59 \text{ A}$$

$$PF = \frac{0.799 + 0.774 + 0.759}{3} = 0.777 \text{ PF}$$

Teho:

$$P = \frac{396.76 \text{ V} \times 8.59 \text{ A} \times 0.777 \times \sqrt{3}}{1000} = 4.5867 \text{ kW}$$

Energia:

$$E = 4.5867 \text{ kW} \times 1 \text{ h} = 4.5867 \text{ kWh}$$

Keräystankki 3. osalta:

Keskiarvo:

$$U = \frac{392.3 + 395.6 + 396.8}{3} = 394.9 \text{ V}$$

$$I = \frac{8.13 + 7.73 + 8.60}{3} = 8.15 \text{ A}$$

$$PF = \frac{0.787 + 0.730 + 0.736}{3} = 0.751 \text{ PF}$$

Teho:

$$P = \frac{394.9\text{V} \times 8.15\text{A} \times 0.751 \times \sqrt{3}}{1000} = 4.1864 \text{ kW}$$

Energia:

$$E = 4.1864\text{kW} \times 1\text{h} = 4.1864 \text{ kWh}$$

Seuraavaksi laskemme teoreettisen keskiarvon pumpun ottamalle teholle ja energialle:

$$P = \frac{4.7901\text{kW} + 4.5867\text{kW} + 4.1864\text{kW}}{3} = 4.5210 \text{ kW}$$

$$E = 4.5210\text{kW} \times 1\text{h} = 4.5210 \text{ kWh}$$

## 8.2 Energiankulutus laivalla

Edellä lasketuissa laskuissa pääsimme arvoon, että yksi vakuumipumppu ottaa energiaa 4.5210kWh. Niin kuin aiemmin on mainittu niin EVAC-järjestelmä sisältää 12 kpl vakuumipumppuja.

Jos teoriassa ajatellaan, että jokaisessa keräystankissa käy 2 vakuumipumppua 24/h vuorokaudessa, 1 pumppu käy 18/h vuorokaudessa ja 1 pumppu käy 6/h vuorokaudessa, pääsemme laskennallisesti lukemaan 72/h vuorokaudessa, joka on siis yhden tankin vakuumipumppujen käyntimäärä vuorokautta kohti. Tämä lukema kertaa kolme niin saamme vastaukseksi 216/h, joka siis kuvastaa kaikkien vakuumipumppujen käyntimäärää vuorokautta kohden.

Kaavalla  $E = P \times t$  saamme näin ollen kokonaisenergiakulutukseksi 976.536 kWh vuorokaudessa.

### 8.3 Energiatuoton kustannukset

Liitteessä olevasta vahtiraportista selviää, että esimerkiksi 15.7.2017 M/S Gabriellan energiakulutus on ollut 49200 kWh vuorokautta kohden. Tämän energiamäärän tuottamiseen apukoneilla on kulunut 11,52 tonnia polttoainetta. Polttoaine jota käytämme M/S Gabriellalla on uusista rikkivetydirektiivistä johtuen RMB 30-laatuista vähärikkistä polttoainetta. Polttoaineen hintavaihtelut kuukausittain ovat melko huomattavat, mutta voimme sanoa, että keskimäärin polttoaine maksaa 400€ per tonni (t).

Polttoaineen määrästä puhuessa emme voi käyttää ikinä yksikköä kuutio ( $m^3$ ), vaan tonni on ainoa oikea käyttämämme suure. Tämä johtuu yksinkertaisesti siitä syystä, että perus fysiikassa nesteen tilavuus muuttuu lämpötilavaihteluiden myötä. Nesteen lämpölaajeneminen eli tilavuuden muutos tapahtuu lämmön noustessa. Tästä syystä emme voi käyttää mittayksikkönä kuutiota vaan puhumme massasta, sillä vaikka nesteen tilavuus muuttuu lämmön seurauksena, massa pysyy aina samana. Tonni vastaa tuhatta kilogrammaa.

Ensin laskemme, kuinka paljon yksi tonni polttoainetta pystyy tuottamaan kilowattitunteja:

$$\frac{49200 \text{ kWh}}{11,52 \text{ ton}} \approx 4270,8$$

Eli yksi tonni polttoainetta pystyy näin ollen tuottamaan 4270,8 kilowattituntia. Kun jaamme tämän luvun tuhannella, niin saamme, että 1 kg polttoainetta pystyy tuottamaan 4,2708 kWh. Seuraavaksi laskemme, että montako kiloa polttoainetta kuluu tuottamaan vakuumipumppujen tarvitseman energian:

$$\frac{976.536 \text{ kWh}}{4,2708 \text{ kWh/kg}} \approx 228.6 \text{ kg}$$

Tämä siis tarkoittaa, että meillä kuluu vuorokaudessa 228.6 kilogrammaa polttoainetta, jotta pystymme tuottamaan tarvittavan alipaineen WC-järjestelmään, jotta vessat toimivat. Kun laskemme mitä tämä tekee euromääräisesti vuorokautta kohden niin:

$$\frac{0.4\text{€}}{\text{kg}} \times 228.6 \text{ kg} \approx 91.5\text{€ per päivä}$$

## 9 JETS järjestelmä

Tämän kappaleen tarkoituksena on käsitellä uuden korvaavan JETS-järjestelmän toimintaa, komponentteja sekä asennusta. Uusi korvaava järjestelmä poikkeaa hyvin suuresti käytössä olevasta nykyisestä järjestelmästä. Suurin ero tulee siinä, että uusi järjestelmä ei käytä enää alipaineen tuottamiseen keräystankkeja vaan tilalle asennetaan ainoastaan yksi kompaktin kokoinen yksikkö, joka sisältää kolme alipainepumppua (Vacuumator) jotka on kytketty suoraan alipainepäälinjaan. Nämä kolme pumppua pystyvät näin ollen luomaan koko tarvittavan alipaineen putkistoon. Pumput eivät kierrätä mitään nestettä ejektorin läpi niin kuin vanha järjestelmä vaan ne luovat alipaineen suoraan putkistoon.



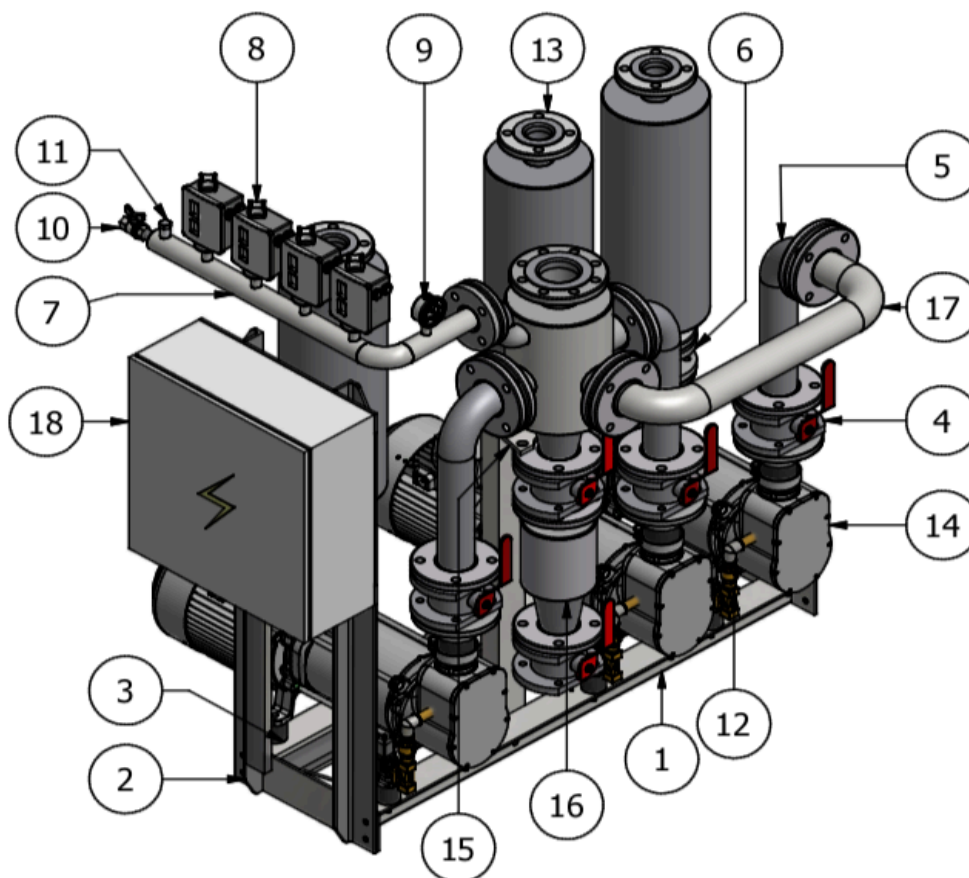
Kuva 13. Kuvassa JETS valmistajan Vacuumator pumppu. (JETS Group'in Product Datasheet 140MB, 2017)

### 9.1 JETS-järjestelmän perus komponentit

JETS-järjestelmän perusosat ovat kuvattuna tässä kappaleessa. Tällaista järjestelmää hankittaessa ei yleensä osteta jokaista komponenttia erikseen, vaan valmistaja tekee tarjouksen niin sanotusta täydellisestä paketista, jolloin kun tilaus toimitetaan asiakkaalle niin tilaus sisältää kaiken tarvittavan järjestelmän asennuksen ja operoinnin kannalta.

<i><b>Osaluettelo</b></i>			
<b>Osa</b>	<b>Nimike</b>	<b>Kuvaus</b>	<b>Määrä</b>
1	Runko kolmelle pumpulle	420 MB	1
2	Runko sähkökaapille		1
3	Värinänvaimennin	M10	12
4	Palloventtiili	DN65	3
5	Putki mutkalla ja laipalla	DN65	3
6	Palloventtiili	DN65	3
7	Alipaineputki antureille		1
8	Painekytin	3/8" Danfoss	4
9	Alipainemittari	1/4" BSP	1
10	Palloventtiili	DN15	1
11	Tulppa	3/8" A4	1
12	Jäähdytysvesiventtiili	1/2" BSP	3
13	Vacuomotor tankki	20L DN50 PN 10	3
14	JETS 140 MB		3
15	Tukirauta jakotukille		1
16	Jakotukin erottelutankki		1
17	Putki mutkalla ja laipalla	DN65	1
18	Sähkökaappi		1





Kuva 14. Kuvassa JETS-yksikkö ja numeeriset ilmaisimet komponenteille. (JETS Group:in Technical Drawing, 2016)

## 9.2 JETS-järjestelmän perustoiminta

JETS-yksikön kolme Vacuumator pumppua on kytketty yhteiseen imusarjaan, joiden keskellä sijaitsee erottelutankki (16). Erottelutankin tarkoitus, on kerätä ylimääräinen kiinteä jäte, jäteveden joukosta. Tämä tankki tulee tyhjentää aika-ajoin sulkemalla sen yläpuolella oleva tuloventtiili ja avaamalla alapuolella oleva tyhjennysventtiili. Imusarjan pää tullaan kytkemään alipainepäälinjaan.

Imusarjassa sijaitsee alipaineputki (7) antureille. Alipaineputkeen on kytketty kolme pressostaattia (8), jokaiselle Vacuumator pumpulle omansa, joilla siis ohjataan pumpun toimintaa. Linjaan on myös kytketty yksi pressostaatti, joka toimii matalan alipaineen hälytyksen antajana konevalvontajärjestelmälle. Lisäksi siihen on kytketty analoginen alipainemittari (9), josta konehenkilöstö voi tarkastaa alipaineen määrän alipaineputkistossa.

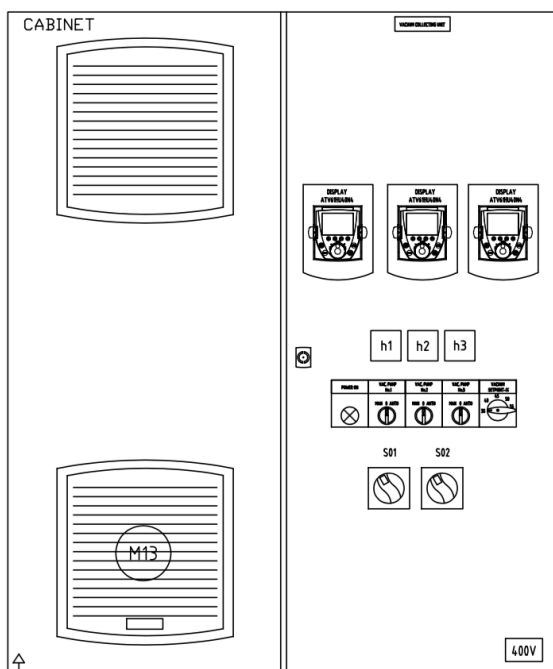
Vacuumator pumppujen on tarkoitus imeä jätevesi suoraan alipainepäälinjasta pumppuun. Pumpun sisällä sijaitsee siipipyörä, jonka tarkoitus on tuottaa tarvittava alipaine. Siipipyörä

tuottaa alipaineen nesteen avulla. Tästä syystä pumppua ei saa ikinä ajaa kuivana vaan toimiakseen oikein ja estääkseen pumpun hajoamista tarvitsee pumpussa olla aina jätevettä tai jäähdytysvettä. Jäähdytysvetenä voi käyttää makeaa vettä tai merivettä. Pumpun kyljessä sijaitsee jäähdytysvesiventtiili (12). Pumpussa on anturi, joka tunnistaa, jos pumppu lämpiää liikaa (mikä johtuu yleensä pumpun kuiva käymisestä) ja automatiikka avaa jäähdytysvesiventtiilin syötön pumpulle. Siipipyörässä on myös pienet kiinteät terät, joiden tarkoitus on hajottaa kiinteäjäte pienemäksi palasiksi.

Jätevesi kulkee pumpun läpi toiseen päähän pumppua, joka toimii siis tyhjennys puolena. Pumpusta lähtiessä jätevesi menee Vacuumator tankkiin (13). Vacuumator tankit kytketään rakentamalla jakotukki, yhdeksi linjaksi joka asennetaan menemään tyhjennystankkiin.

Yksikköön kuuluu olennaisena osana sähkökaappi (18), joka ohjaa yksikön toimintaa. Sähkökaapin sisällä on ohjainpiirit ja M/S Gabriellan tapauksessa myös taajuusmuuntajat. Sähkökaapin etupaneeliin tulee kytkimet, joilla voidaan ohjata yksikön toimintaa. Jokaiselle pumpulle tulee oma katkaisija, josta pumpun voi laittaa pois päältä tai MAN-asentoon sekä AUTO-asentoon. Kaapin etupaneeliin on sijoitettu myös katkaisija, jolla voi säätää halutun alipaineen määrää alipaineputkistossa.

Sähkökaapin etupaneeliin asennetaan myös taajuusmuuntajien käyttöpaneelit. Taajuusmuuntajan paneelista voidaan ohjata Vacuumator pumpun käyntinopeutta. Käyntinopeutta voi säätää itse muuttamalla taajuusmuuntajan hertsi (Hz) määrää, mutta normaali käyttötilanteessa on tarkoitus, että automatiikka säätää pumpun käyntinopeutta vallitsevaan tilanteeseen sopivaksi. Myös yksikön päävirtakatkaisijat asennetaan etupaneeliin.



Kuva 15. Kuvassa JETS yksikön sähkökaapin etupaneeli. (JETS Group:in Technical Drawing, 2016)

## 10 Alkuperäinen ostosuunnitelma ja toteutunut osto.

Kun Viking Line oli tehnyt päätöksen WC järjestelmän uudistamisesta, niin tarjous pyyntöjä korvaavasta järjestelmästä tehtiin muutamille eri laitevalmistajille. Kun tapaamiset laitevalmistajien kanssa oli suoritettu ja tarjoukset heiltä saatu päättyi Viking Line valitsemaan norjalaisen JETS Group:in tarjouksen. Viking Linellä oli ennestään hyviä kokemuksia kyseisen valmistajan saniteettiyksiköistä mm. M/S XPRS ja M/S Mariellan osalta.

### 10.1 Alkuperäisen tarjouksen mukainen suunnitelma

Kun laitevalmista oli päätetty, niin konsultoimme heitä, että millaista ratkaisua he suosittelevat meille. He kävivät tutustumassa M/S Gabriella konehuoneeseen ja erityisesti konehuoneen keulassa sijaitsevaan niin kutsuttuun AC-huoneeseen, jossa nykyinen saniteettijärjestelmä sijaitsee. Heillä oli myös ennestään käsitys, miten M/S Gabriellan olemassa oleva järjestelmä toimii, sillä JETS yksikkö oli jo päivitetty aiemmin M/S Mariellaan ja Mariellan vanha järjestelmä ei poikkea merkittävässä määrin Gabriellan järjestelmästä.

Alkuperäiseen tarjoukseen ja ratkaisuksi JETS Group suositteli meitä ostamaan kaksi erillistä JETS alipaine yksikköä. Toinen yksikkö pitää sisällään kolme Vacuumator pumppua ja toinen yksikkö kaksi Vacuumator pumppua. Nämä yksiköt oli tarkoitettu asennettavaksi ja kytkettäväksi erilleen toisistaan alipainepäälinjaan. He myös suosittelivat meitä pitämään keräystankki 2. ruokajätettä varten (keittiöistä tuleva ruokajäte menee keräystankki 2.) ja joko keräystankki 1. tai 3. tyhjennystankkina. Tämä tarkoittaa sitä, että JETS yksikkö ei jaksa tyhjentää jätevettä suoraan jätevesitankkiin vaan välissä tarvitaan erillinen tyhjennystankki, jonka virkaa voi hoitaa olemassa oleva keräystankki. He olivat myös maininneet tarjoukseen, että voimme myös ostaa heiltä erillisen tyhjennystankin ja pumpun joka tyhjentää tyhjennystankin jätevesitankkiin.

## **10.2 Toteutunut osto suunnitelma**

Tarjouksen saatuaamme paneuduimme tarjouksen yksityiskohtiin. Kerta M/S Mariellalle oli hiljattain tehty kyseinen päivitys, niin kysyimme, että millaista ratkaisuun he olivat päätyneet. Saimme tietää, että he olivat ensin ostaneet ainoastaan yhden yksikön, joka sisälsi kolme Vacuumator pumppua. Kyseinen yksikkö ei itsessään ollut aivan riittävän tehokas heille, joten he olivat päätyneet ostamaan jälkikäteen taajuusmuuntajat (3kpl) pumppuihin joilla pystyy nostamaan pumppujen kierrosnopeutta ja näin ollen saamaan lisää tehoa aikaiseksi. Tällä tavoin he olivat saaneet alipaineen tuoton haluamalleen tasolle ja aliteho ongelman ratkaistua.

Lähetimme JETS Groupille kyselyn asiasta, että jos käyttäisimme samaa ratkaisua kuin Mariella. Pyysimme heiltä mielipidettä asiasta ja mikäli he hyväksyisivät ehdottamamme ratkaisun niin uuden tarjouspyynnön hankinta kustannuksista.

JETS Groupin yhteyshenkilö vastasi meille, että he hyväksyvät todellakin meidän puolen ehdotuksen ja tekivät uuden tarjouksen. Heidän näkemyksen mukaan meille riittää aivan hyvin myös yksi kolmen pumpun yksikkö, mikäli ostimme taajuusmuuntajat jokaiseen pumppuun. Tietysti taajuusmuuntajista syntyy lisää kustannuksia ja alkuperäinen sähkökaappi ei myöskään enää riitä meille kokonsa puolesta, sillä taajuusmuuntajat tulee asentaa sähkökaapin sisälle, joten joudumme ostamaan isoimman sähkökaapin, joka heillä on mallistossaan. Mutta kuitenkin saamme säästettyä kokonaiskustannuksissa, sillä tällä menettelyllä voimme jättää pois kokonaan yhden yksikön, joka siis sisälsi kaksi Vacuumator pumppua.

Myös päädyimme pitämään keräystankki 3. tyhjennystankkina niin kuin alkuperäisessä ehdotuksessa oli, emmekä turhaan osta erillistä tyhjennystankkia kustannuksissa säästääksemme.

## **11 Tapaamiset M/S Mariellan henkilökunnan sekä JETS Groupin edustajan kanssa**

Kun oli saanut tämän toimeksiannon Viking Line Abp:ltä niin sovimme toimeksiantajan kanssa, että voin mennä tutustumaan M/S Mariellalle ja katsomaan, että millä tavoin he ovat toteuttaneet asennuksen ja millaisia ongelmia he ovat kohdanneet matkan varrella. Myös JETS Group'in edustaja Helge Østby mainitsi tarjousta antaessaan, että hän voi mielellään tulla keskustelemaan minun (Niko Rabinä) kanssa asennukseen liittyvistä ratkaisuista.

### **11.1 Tapaaminen M/S Mariellassa**

Tapaaminen M/S Mariellalle järjestin ottamalla minulle tuttuun konemestariin yhteyttä, jolle esitin asiani ja tiedustelin, että milloin hän on töissä ja voinko tulla keskustelemaan heidän kanssaan. Hän oli erittäin ymmärtäväinen asian suhteen ja toivotti minut tervetulleeksi heidän alukseen. Tapaaminen järjestettiin Helsingin satamassa 23. marraskuuta 2017. Tapaamissa oli nimenomaan tarkoitus kartoittaa heidän kokemuksia JETS yksiköstä. Seuraavat kohdat tulivat ilmi keskustelujen yhteydessä:

- He käyttävät merivettä pumpun jäähdytykseen, jolloin veden paine pitää säätää oikeaksi. Liian korkea veden paine aiheuttaa pumpun ”trippaamisen”. Heillä oli ollut alussa ongelmia tämän kanssa.
- Jäähdytysvesiventtiilit ovat alun perin messinkiventtiileitä joita he ovat alkaneet vaihtaa ruostumattomasta teräksestä valmistettuihin venttiileihin. Merivesi saattaa aiheuttaa messinkiventtiilille sen, että venttiili jumittuu auki asentoon, jolloin merivettä pääsee turhaan jätevesitankkiin ja näin ollen täyttää tankkia tarpeettomasti.
- Pumpun lämpötilan asetusarvo tulee säätää mahdollisimman korkeaksi. Mikäli asetusarvo on turhan matala niin automatiikka yrittää jäähdyttää pumppua merivedellä ja näin ollen taas pääsee tarpeettomasti merivettä jätevesitankkiin.

- Yksikön imu- ja tyhjennysputket tulee rakentaa mahdollisimman yksinkertaisiksi ja mahdollisimman suoriksi jolloin vältetään turhia mutkia putkissa. Turhat mutkan luovat liian ison vastapaineen putkistoon jolloin yksikkö ei toimi halutulla tavalla.
- Heillä vahtikonemies ottaa kerran viikossa pumpun päädyssä olevan lasin auki ja putsaa pumpun siipipyörässä olevat epäpuhtauden pois. Esimerkiksi tupakan sytyttimiä löytyy usein sieltä. Myös he suosittelivat korvaamaan kiinnitysmutterit siipimuttereilla, jolloin lasi on helpompi poistaa, eikä ole niin suurta vaaraa ylikiristämisestä.
- On ollut kuulemma joskus, mutta harvoin tilanteita, jolloin he ovat joutuneet ajamaan sekä Evac ja JETS järjestelmiä yhtä aikaa.

## **11.2 Tapaaminen JETS Groupin edustajan kanssa**

Tapaaminen JETS Groupin edustajan Helge Østbyn kanssa järjestettiin Ruotsissa Tukholman satamassa 4. tammikuuta 2018. Tapaamisessa oli myös mukana Septor Oy:n edustaja, joka toimii laitevalmistajan varaosamyyjänä Suomessa (Maarianhaminassa). Tapaamisen tarkoituksena oli käsitellä yksikön asennusta, sekä joitain minulle ilmenneitä kysymyksiä:

- Herra Østby hyväksyi laitteen asennuskohdan ja putkityöt.
- Østbyn mukaan tyhjennysputki tulee asentaa keräystankin yläosaan välttääkseen liiallista vastapainetta. Mikäli tyhjennysputki asennetaan keräystankin alarajaan niin tankissa oleva neste luo putkeen vastapainetta.
- Sähkökaappi on niin iso johtuen taajuusmuuntajista, että sitä ei voi asentaa laitteen mukana olevaan kehikkoon, vaan täytyy rakentaa sille oma teline tai asentaa se esimerkiksi seinään.
- Taajuusmuuntajien avulla pitäisi hänen mukaansa pystyä ylläpitämään koko aluksen tarvitseman alipaineen, eikä hänen mukaansa pitäisi olla mitään ongelmia. Uuden ja vanhan järjestelmän yhtäaikaaiselle käytölle ei pitäisi ilmetä mitään tarvetta, eikä hän suosittele niin edes tekemään.

- Hän suositteli, että taajuusmuuntajat asetetaan toimimaan 60 Hz. Hän sanoi, että M/S Mariella pystyy jostain syystä ajamaan maksimissaan 57 Hz ja ero alipaineen tuotossa on huomattava 60 Hz ja 57 Hz välillä.
- Esitin Helgelle huoleni messinki valmisteisista jäähdytysvesiventtiileistä ja pyysin häneltä, jos valmistaja voi toimittaa yksikön suoraan ruostumatonteräsventtiileillä. Hän lupasi selvittää asiaa, jos se on mahdollista. Hänen mukaan valmistusprosessi saattaa olla liian pitkällä, jotta voidaan vaihtaa osia. Hän otti myöhemmin yhteyttä minuun ja pahoitteli asiaa, että homma oli juuri niin kuin hän epäili ja niitä ei enää tässä kohtaa voi vaihtaa.
- Esitin Helgelle huomion, että hänen Viking Linelle tekemässään tarjouksessa ei ollut mainittu mitään varaosista. Mielestäni se on selvää, että meillä pitää olla heti alusta alkaen varaosia ja pyysin häneltä suositusta, mitä varaosia meillä kannattaa olla ja tarjouksen näistä osista. Hän lupautui toteuttamaan pyyntöni ja palasi myöhemmin asiaan varaosalistan kanssa. Lista piti sisällään perus varaosat ja yhden huoltosarjan pumppuun, sekä hintatarjouksen.
- Helge hyväksyi myös meriveden käytön pumpun jäähdytykseen. M/S Gabriellalla ei ole enää mitään laitetta jolla tuotetaan teknistä vettä vaan kaikki vesi on tuoretta vettä. Tästä johtuen en halua käyttää mitään muuta kuin merivettä. Riski sisäänsä on erittäin pieni, että jätevedestä pääsisi jäähdytysvesiventtiiliin kautta jokin bakteeri tuoreeseen veteen ja näin ollen juomaveden sekaan, mutta en aio ottaa mitään riskiä, että näin voisi käydä.
- Helge lupasi toimittaa minulle vielä käyttäjä- ja huoltomanuaalin PDF tiedostona sähköpostin kautta.
- Helgen mukaan tulevassa yksikössä pumpput ovat asennettu kehikkoon, jossa on valmiiksi värinän vaimentajat ja näin ollen yksikkö voidaan asentaa mihin tahansa.

## **12 Putkiosien ja venttiileiden oston kartoitus ja tilaus.**

Suoritin opinnäytetyöhön liittyvän matkan M/S Gabriellalla 13. tammikuuta – 14. tammikuuta aluksen ollessa Turku – Långnäs/Maarianhamina – Tukholma reitillä. Matkan tarkoituksena oli käsitellä aihetta, että kuinka paljon joudumme tilaamaan niin sanottuja LVI-tuotteita JETS yksikköön liittyen. JETS yksikkö toimitetaan valmiina yksikkönä, mutta

siihen tilaukseen ei kuulu mitään putkityöhön liittyviä osia vaan se on jokaisen asiakkaan (Viking Line) tehtävä itse.

Kun pääsimme konepäällikön kanssa yksimielisyyteen yksikön asennuskohdasta, suoritimme konekorjausmiehen kanssa mittauksia ja pohdintoja, kuinka paljon tarvitsemme mahdollisesti putkea, minkä kokoista sellaista, kuinka paljon tarvitsemme laippoja, putken kauluksia, T-kappaleita ja putkikäyriä. Kyseinen konekorjausmies on nimetty tähän projektiin tekemään putkityöt ja hänellä on myös mittava kokemus asiasta, jolloin voin myös luottaa hänen asiantuntemukseensa.

Ohjeistuksena putkimäärän tilauksen kannalta saimme konepäälliköltä ohjeen, että se metri määrä putkea jonka mittaamme tarvitsemamme, niin tilataan se ainakin puolitoista kertaisena. Esimerkiksi mainitsen, että mikäli olisi todennut, että tarvitsemme kymmenen metriä putkea, niin tilaisimme siinä tapauksessa 15 metriä putkea.

Tavarat tilataan Onninen Oy:ltä, joka toimii tässä Viking Linen tavarantoimittajana kyseisissä tilauksissa. Kun olimme päättäneet tilattavat tavarat, niin aloimme tutkimaan konekorjausmiehen kanssa Onnisen katalogia, jotta saamme selville, onko heillä toimittaa haluamamme tavarat. Helpotuksena huomasimme, että kaikki toivomamme asiat kyllä löytyvät heiltä. Kun olimme varmistuneet tavarantoimituksesta, niin esittelimme ideamme konepäällikölle. Hän hyväksyi kyllä tilauksemme, mutta käski ilmoittaa katalogista jokaisen tuotteen varaosanumeron, jonka jälkeen hän tekee tilauksen Onnille.

## 12.1 Tilatut LVI-osat

- Haponkestävä putki DN 80, 30 metriä
- DN 80 laippa, 16 kpl
- Haponkestävä putki DN 50, 12 metriä
- DN 50 laippa, 3 kpl
- Putken mutka 90° DN 80, 15 kpl
- DN 100 laippa, 2 kpl
- Putken mutka 90° DN 50, 6 kpl
- DN 80 T-kappale, 6 kpl



- Putkisupistaja DN 80 → DN 50, 3 kpl
- Putkisupistaja DN 100 → DN 80, 2 kpl
- DN 100 kuulaventtiili, 2 kpl
- DN 80 kuulaventtiili, 1 kpl
- 15mm PEX putki, 50 metriä

## **13 Millä tavoin EVAC:in ongelmat ovat ratkaistu uudessa järjestelmässä**

Tässä kappaleessa on tarkoitus palata aiemmassa kappaleessa mainitsemiin ongelmiin ja paneutua siihen, miten tässä uudessa järjestelmässä on kyseiset ongelmat ratkaistu.

### **13.1 Vaahdon muodostus**

JETS järjestelmässä ei enää pääse syntymään vaahtoa, joka on siis suurin yksittäinen ongelma tällä hetkellä. Koska JETS ei enää kierrätä nestettä ollenkaan niin mahdolliset kemikaalit jäteveden joukossa ei pääse enää muodostamaan vaahtoa. Myöskään kerta mitään nestettä ei enää kierrätetä, niin jäteveden lämpötila pysyy alhaisena jolloin sekään ei enää muodosta vaahtoa. (JETS Group:in [www-sivut](http://www.sivut), 2018)

### **13.2 Linjatukokset ja vuodot**

Linja tukoksiin ei toden näköisesti tule suurta muutosta. Tietysti Vacuumator pumpun siipipyörässä olevat pienet terät hajottavat suuremman kiinteät jätteet pienemmäksi. Myöskään linjavuotoihin itse JETS yksikkö ei pysty vaikuttamaan. JETS osoittautui tehokkaammaksi alipaineen tuottajaksi niin silloin ei pienellä linjavuodolla ole niin suurta merkitystä lopputuloksen kannalta. Tämä ei tietenkään ole ratkaisu itse linjavuotoon.

### **13.3 Ejektori ongelmat**

Kerta JETS yksikön myötä poistuu ejektorit käytöstä niin lakkaavat myös niiden kaikki ongelmat siihen hetkeen. Kuten edellä mainittu niin enää ei alipainetta tuoteta kiertävän nesteen avulla, joten tukkeutunut ejektori tai ejektorin vuotava takaiskuventtiili eivät enää häiritse päivittäistä käyttöä.

### **13.4 Keräystankin pinta-anturi ongelmat**

Enää ei myöskään tarvitse murehtia, että keräystankissa oleva matalan pinnan anturi olisi jumittunut ylös asentoon jolloin kaikki neste poistuu tankista ja alipaine järjestelmässä romahtaa. Huomiotta tulee kuitenkin kiinnittää yhä edelleen tankin korkeapinta-anturiin, sillä tulemme käyttämään keräystankkia yhä edelleen edellä mainittuna tyhjennystankkina. Siis suositeltavaa on yhä edelleen, että vahtikonemies huuhtelee pinta-anturit huuhteluventtiilien avulla. Kuitenkin tärkein mahdollinen asia on, että pinta-anturien toimivuudella ei ole enää merkitystä alipaineen kanssa.

## **14 Yksikön asennus**

Kyseisen kappale käsittelee JETS yksikön asennusta M/S Gabriellalle. Yksikön asennus toteutettiin tämän opinnäytetyöntekijän, konekorjausmiehen ja konemiehen toimesta. JETS yksikkö asennettiin niin, että hyödynnämme jo olemassa olevaa alipainepäälinjaa imuputken osalta, johon siis kytkemme itse tekemämme imuputken ja vastaavasti tyhjennysputken kytkemme sekä 2. ja 3. keräystankkiin.

Tämä siitä syystä, että ensisijaisena tyhjennyskohteena on keräystankki 2, mutta jos haluamme suorittaa huoltoa kyseiseen tankkiin niin voimme asettaa tyhjennyksen menemään 3. keräystankkiin. Näin ollen olemassa oleva vanha keräystankki toimii niin kutsuttuna välitankkina, johon siis JETS yksikkö tyhjentää jäteveden ja kun pinta täytyy tarpeeksi keräystankissa niin se tyhjentää itsensä varsinaiseen jätevesitankkiin.

### **14.1 Asennuskohdan valitseminen**

Yksikkö oli suunniteltu asennettavaksi alkujaan M/S Gabriellan ensimmäisellä kannella sijaitsevaan A/C huoneen peräkanttiin. Tästä oli myös sovittu JETS Groupin edustajan Helge Østbyn kanssa. Tästä kyseisestä asennuskohdasta jouduttiin poikkeamaan, sillä kyseisen kohdan viereen oli asennettu Vodaflo vedenpuhdistusyksikkö. En halunnut ottaa riskiä, että JETS yksikköön tulisi mahdollisesti vuoto, jolloin jätevettä pääsisi suihkuamaan vedenpuhdistus yksikön päälle.

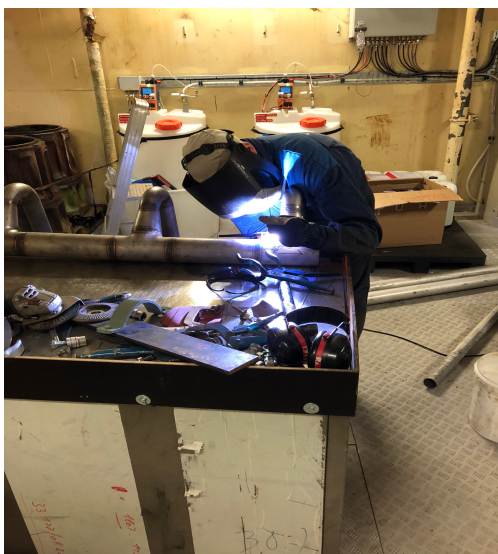
Tämä ei sinänsä haitannut asennustyön aloittamista vaan löysimme konekorjausmiehen kanssa erittäin hyvän vaihtoehtoisen paikan. Paikka vaihtui saman huoneen keulaan paapuurin puolelle, jossa sijaitsi myös hyvä paikka sähkökaapin asennukselle.

## 14.2 Putkityöt asennukseen liittyen

Kun JETS yksikkö oli saatu kiinnitettyä haluttuun asennuskohtaan, alkoi putkitöiden tekeminen. Projektissa mukana ollut konekorjausmies oli kuullut omilta kontakteiltaan, että kummatkin imu- sekä poistoputki kannattaa asentaa hieman kaltevaan kulmaan yksikköä nähden, jotta saadaan parannettua virtausta putkissa ja näin ollen aloitimme imuputken rakentamisen. Imuputki kytkettiin alipainepäälinjassa sijaitsevien crossover-venttiilien väliin. Tähän päähän asennettiin myös sulkuventtiili. Toinen pää kytkettiin tietysti itse yksikköön.

Tyhjennysputken rakentaminen oli verrattain haastavampaa, kuin imuputken tekeminen. Tämä siitäkin syystä, että jokaiselta pumpulta lähtee oma DN 50 kokoa oleva putki, jotka sitten meidän tapauksessa yhdistetään yhdeksi DN 80 kokoa olevaksi putkeksi. Tätä varten rakensimme jakotukin. Pumputta lähteviin putkiin halusimme myös tehdä U-mutkat (svanhals), jotta voimme eliminoida pumputta tulevaa paineiskua jakotukissa, kun toinen tai kolmas pumppu lähtee käyntiin yhden tai useamman pumpun ollessa jo käynnissä.

Tyhjennysputkeen rakensimme haaran, jotta voimme tyhjentää jätevetä halutessamme joko 2. tai 3. keräystankkiin. Keräystankki 2. oli valmiiksi ejektori 1. ja 2. välissä DN 80 kokoa oleva laippa, jota pystyimme hyödyntämään tyhjennysputken kiinnityskohtaa ajatellen. Poistimme laipassa olevan sulkulaipan ja asensimme tähän kuulaventtiilin. Kuulaventtiilin toisen päähän kytkimme haaroituksen tyhjennysputkeen. Keräystankki 3. oli mennyt ennen työn aloittamista 3. vakuumipumpulta sähkömoottori rikki ja näin ollen päätimme poistaa siitä sähkömoottorin, ejektorin ja siihen liittyvät putket. Asensimme siis kyseisen ejektorin tilalle kuulaventtiilin ja kytkimme tyhjennysputken päädyn siihen.



Kuva 16. Kuvassa konekorjausmies rakentamassa tyhjennysputken jakotukkia.

### **14.3 Jäähdytysvesi Vacuumator pumpulle**

Vaihtoehtoina oli käyttää jäähdytysvetenä pumpuille joko makeaa vettä tai merivettä. Makeavesi on tietysti ihanteellisin vaihtoehto, mutta minä en halunnut tähän lähteä ihan siitä syystä, että M/S Gabriellalla jopa tekninen vesi on makeaa vettä, joka on siis peräisin makeavesi tankeista. Tähän ratkaisuun on päädytty sen takia, että M/S Gabriellalla ei ole enää käytössä mitään makeanveden kehittä, jolla pystyisi tuottamaan merivedestä teknistä vettä. Tästä johtuen en halunnut ottaa pienintäkään riskiä, että pumpun jäähdytysvesiventtiilin kautta pääsisi kulkeutumaan yhtäkään bakteeria aluksen makeavesijärjestelmään, joten ainoaksi oikeaksi vaihtoehdoksi koin meriveden käytön pumpun jäähdytykseen.

Päädyimme ottamaan jäähdytysveden keräystankki 2. sijaitsevasta merivesi huuhtelulinjasta. Hitsasimme putkeen liitännän paineensäätimelle ja kytkimme sellaisien siihen. Kytkimme paineensäätimeltä lähteväksi PEX letkua, jonka toisen päädyn kytkimme jäähdytysvesiventtiileihin.

### **14.4 Sähkökaapin asennus ja sähkötyöt**

Tilauksen yhteydessä päätimme tilata taajuusmuuntajat pumpuille, joten JETS Group lupasi toimittaa suurimman kokoisen sähkökaapin meille, joka heidän valikoimissaan on. Tästä syystä sähkökaappia ei saanut asentaa yksikön mukana tulevaan kehikkoon, vaan sille täytyy rakentaa jokin oma paikka. Uuden korvaavan asennuspaikan päätettymme huomasimme, että aivan sen vieressä sijaitsi teline, jossa oli ollut joskus jäähdytyskompressori. Tämä oli ihanteellinen asia kaapin asennusta ajatellen, päätimme oitis hyödyntää tätä. Otettuumme kaapin mitat, päätimme hitsata tähän olemassa olevaan telineeseen tukiraudat sen pohjalle, jolloin meidän tarvitsee ainoastaan rakentaa enää kehikko kaapin taakse ja tukirauta seinän ja kehikon välille. Näin toimittuamme saimme vain nostaa kaapin paikalle ja kutsua aluksen sähköosastolta sähkömies tekemään kaapelityöt ja sähkökytkennät.



Kuva 17. Kuvassa JETS yksikkö ja sähkökaappi asennettuna

## 15 Energiamittaukset JETS yksikölle

Kun uusi korvaava alipaineyksikkö oli saatu asennettua ja käyttöön otettua, piti yksikköä koeajaa jonkin aikaa, että varmistumme laitteen toiminnasta toivotulla tavalla. Noin kahden viikon koekäytön jälkeen emme löytäneet laitteen toiminnasta mitään moitittavaa siihen mennessä, joten päätimme suorittaa energiamittaukset kyseiselle yksikölle. Mittaukset suoritettiin käyttämällä täysin samaa mittalaitetta, kuin aiemmissa mittauksissa ja käyttämällä täysin samaa laskentametodia, kuin aiemmissa laskelmissa.

JETS yksikön Vacuumator pumpulta saadut mitta-arvot:

Vaihe 1	Vaihe 2	Vaihe 3
394.6 Volttia	395.5 Volttia	394.9 Volttia
18.49 Ampeeria	18.16 Ampeeria	18.37 Ampeeria
+ 0.637 PF	+ 0.639 PF	+ 0.636 PF

## 15.1 Energialaskut

Saatujen mitta-arvojen jälkeen laskemme keskiarvon mittaustuloksille:

$$U = \frac{394.6 + 395.5 + 394.9}{3} = 395 \text{ V}$$

$$I = \frac{18.49 + 18.16 + 18.37}{3} = 18.34 \text{ A}$$

$$PF = \frac{0.637 + 0.639 + 0.636}{3} = 0.637 \text{ PF}$$

Vacuumator pumpun ottaman tehon (P) laskemme:

$$P = \frac{U \times I \times PF \times \sqrt{3}}{1000}$$

$$P = \frac{395 \text{ V} \times 18.34 \text{ A} \times 0.637 \times \sqrt{3}}{1000} \approx 8 \text{ kW}$$

Vacuumator pumpun ottaman energia laskemme:

$$E = P \times t$$

$$E = 8 \text{ kW} \times 1 \text{ h} = 8 \text{ kWh}$$

## 15.2 JETS yksikön energiankulutus M/S Gabriellalla

Yksikön sähkökaapeista sijaitsevista käyttötuntimittareista selvisi, että jokainen yksikköön kuuluvasta kolmesta pumpusta käy noin 19 tuntia vuorokautta kohden. Tämä lukema kertaa kolme niin saamme vastaukseksi 57/h, joka siis kuvastaa kaikkien vakuumpumppujen käyntimäärää vuorokautta kohden.

Kaavalla  $E = P \times t$  saamme näin ollen kokonaisenergiakulutukseksi 456 kWh vuorokaudessa.

## 15.3 JETS yksiköstä aiheutuvat energiantuoton kustannukset

Vastaavasti taas laskemme, että montako kiloa polttoainetta kuluu tuottamaan Vacuumator pumppujen tarvitseman energian:

$$\frac{456 \text{ kWh}}{4,2708 \text{ kWh/kg}} \approx 106,7 \text{ kg}$$

Tämä siis tarkoittaa, että meillä kuluu vuorokaudessa 106,7 kilogrammaa polttoainetta, jotta pystymme tuottamaan tarvittavan alipaineen WC-järjestelmään, jotta vessat toimivat. Kun laskemme mitä tämä tekee euromääräisesti vuorokautta kohden niin:

$$\frac{0.4\text{€}}{\text{kg}} \times 106,7\text{kg} = 42,68\text{€ per päivä}$$

## **16 Muutostyöstä saavutettavat kustannussäästöt Viking Line Abp:lle**

Tämän opinnäytetyön tärkeimpiin kohtiin kuuluu laskea Viking Line Abp:lle syntyviä kustannussäästöjä tämän muutostyön johdosta. Energiansäästö on tällä hetkellä vallitseva trendi varustamoalalla puhumattakaan sen positiivisista ympäristövaikutuksista. Myös laskemme tähän investointiin liittyen takaisinmaksuajan.

### **16.1 Marisol DF kemikaalista aiheutuvat kustannussäästöt.**

Kuten aiemmin olemme todenneet, että suurin yksittäinen ongelma vanhan EVAC järjestelmän osalta oli vaahdon muodostus keräystankkeihin niin uuden järjestelmän suuri vahvuus on, että kyseistä vaahtoa ei pääse enää muodostumaan. Tämä tarkoittaa sitä, että voimme luopua vaahdonestokemikaalin ostamisesta.

Tarkastimme konepäällikön kanssa aluksen Amos varaosajärjestelmästä, että olimme ostaneet vuonna 2017 tätä kyseistä kemikaalia noin 3000€ edestä. Tämä tarkoittaa sitä, että luopumalla tästä kemikaalista saavutamme pelkästään sillä 3000€ vuotuiset säästöt.

### **16.2 Säästöt miehistölle maksettavassa likaisentyönlisässä**

Viking Line Abp:lla on mahdollisuus saavuttaa säästöjä myös likaisentyönlisän aiheuttamissa kustannuksissa. Aiemmin konemiehistöä työllisti tukkeutuneet ejektorit ja vuotavat tai rikkoutuneet alipainepumput. Kerta ejektorit eivät ole enää käytössä niin ne eivät vaadi huolto/korjaus toimenpiteitä. Myöskin alipainepumppujen vähentyminen kolmeen kappaleeseen aiemmasta kahdestatoista kappaleesta vähentää myös työtuntien määrää konemiehistöltä niiden osalta. Myöskin keräystankkien huoltotoimenpiteitä voi

rajoittaa esimerkiksi puhdistuksen osalta jolloin saavutetaan säästöä sekä työtunneissa, että likaisentyönliässä.

### 16.3 Energiankulutuksesta aiheutuvat säästöt

Kun otamme vanhan järjestelmän käyttämisestä aiheutuvan polttoainekustannuksen, joka oli noin 91.5€ per päivä ja kerromme sen 365, joka siis vastaa yhtä vuotta päivinä, saamme vuosittain aiheutuvaksi polttoainekustannukseksi 33397.5€.

Vastaavasti otamme uuden järjestelmän laskemamme polttoainekustannuksen, joka oli noin 42,7€ per päivä ja kerromme sen vastaavasti yhtä vuotta vastaavalla päivien lukumäärällä, saamme vastaukseksi 15585.5€, jotka ovat käytöstä aiheutuvat polttoainekustannukset vuodessa.

Nyt kun tiedämme kummankin vuotuiset polttoainekustannukset niin vähennämme ne toisistaan (33397.5€-15585,5€), jolloin saamme vastaukseksi, että saavutamme vuodessa säästöä 17812€ polttoainekustannuksissa.

Laskettaessa investoinnin takaisinmaksuaikaa voimme lisätä vaahdonestokemikaalista aiheutuneen vuotuisen kustannuksen (3000€) alkuperäiseen polttoainekustannukseen (33397.5€), jolloin saavutamme säästöä (36397.5€-15585.5€) 20812€ vuodessa.

### 16.4 Investoinnin takaisinmaksuaika

Nyt laskemme, että kauanko M/S Gabriellan täytyy käyttää JETS yksikköä, että olemme saavuttaneet säästöissä kustannuksen aiheuttaman rasitteen.

Itse JETS yksikkö tuli kustantamaan Viking Line Abp:lle 23120€ ja siihen liittyvät LVI-osat noin 5500€. Kun ynnäämme nämä summat yhteen, niin saamme, että tämä laite ja materiaali tuli kustantamaan 28620€ Viking Line Abp:lle.

Seuraavaksi laskemme, kuinka monta viikkoa Viking Linen täytyy käyttää tätä uutta järjestelmää, että olemme säästäneet kyseisen investoinnin verran rahaa.

$$\frac{\text{Hankintahinta}}{\text{Säästetty summa vuodessa}} = x$$

$$\frac{28620\text{€}}{20812\text{€}} = 1.37517$$



Saadun tuloksen 1.37517 kerromme viikkojen määrällä vuodessa (52), jolloin saamme vastaukseksi 71.5087. Tämä tarkoittaa, että uutta järjestelmää täytyy käyttää noin 72 viikkoa, jotta saavutamme säästöissä sen minkä olemme investoineet uuden järjestelmän kustannushintaan. Toisin sanoen tämä aika on 1 vuosi, 4 kuukautta ja 3 viikkoa.

## 17 Yhteenveto

Aluksen WC-järjestelmän toimivuus on tietysti eniten tärkeä asia kokonaisuuden kannalta. Haluamme tuottaa asiakkaillemme parhaimman mahdollisen risteilykokemuksen, joten tässä mielessä onnistuimme hyvin uuden järjestelmän asennuksessa ja käyttöönotossa hyvin. Uuden järjestelmän tuottama alipaine on noin 30% parempi kuin vanhan järjestelmän (0.4bar < 0.53bar), joten tästä voimme olla tyytyväisiä. Suurempi alipaine merkitsee muun muassa, että jätevesi ja kiinteät jätteet liikkuvat putkistoissa huomattavasti paremmin kuin aiemmin, joten näin saatamme välttää linjatukoksia paremmin. Negatiivisena asiana voimme nähdä kuitenkin, että pienet vuodot alipaineputkistossa saattavat jäädä huomaamatta suuremman alipaineen johdosta. Tämä tarkoittaa sitä, että saatamme huomata ongelman vasta silloin, kun se kasvaa isoksi.

Energiankulutuksen kannalta tämä investointi oli erittäin onnistunut Viking Line Abp:lle. Saimme karheasti sanottuna puolitettua energiankulutuksen verrattuna vanhaan järjestelmään, ottamalla käyttöön uuden järjestelmän. Myös vaahdonestokemikaalista luopuminen vaikutti erittäin positiivisesti tulokseen.

Kustannuspuolella saamme muutenkin säästöä pienentyneestä tarpeesta maksaa konemiehistölle likaisentyönlisää. Huoltoon ja korjaukseen käyttävien tuntien voidaan myös olettaa vähentyvän olennaisesti, sillä enää ei ole niin paljon mahdollisuuksia eri huolto- ja korjauskohteisiin, koska alipaine pumppujen määrä on vähentynyt alkuperäisestä 12 kappaleesta, 3 kappaleeseen. Myös ejektoreista käyttämisestä luopuminen vähentää huollon tarvetta. Järjestelmän uudempi ikä saattaa vaikuttaa myös tähän huollon tarpeeseen positiivisesti verrattuna vanhan järjestelmän iäkkyyteen.

Negatiivisena asiana voimme mainita asennuspuolelta tulleet väärinkäsitykset. Esimerkkitapauksessa olin lukenut piirustuksista, että keräystankin ejektorin putket ovat DN 100 kokoa, joka piti paikkaansa, mutta laippa tähän liitokseen oli kokoa DN 80 ja tätä en mitannut etukäteen vaan automaattisesti oletin niiden olevan myös kokoa DN 100. Tähän asentamamme haponkestävät kuulaventtiilit tilasin ensin kokoa DN 100, jotka

asennusvaiheessa huomasimme sopimattomiksi. Täten jouduin tilaamaan uudet DN 80 kokoa olevat kuulaventtiilit, jotta pääsimme jatkamaan asennusta. Myöskin asennusvaiheessa olisimme voineet leikata aluksen turkkipeltiin tämän JETS järjestelmän kokoisen reiän, jotta olisimme päässeet tulevaisuudessa huoltamaan turkkipellin alla kulkevia putkia helpommin, mikäli niissä ikinä huolto- tai korjaustoiminpidettä ilmenee.

## Lähteet

Viking Line Abp www-sivut. Viitattu 22.11.2017. Tietoa konsernista

<https://www.vikingline.com/fi/konserni/historiikki/>

Viking Line Abp www-sivut. Viitattu 22.11.2017. Tietoa M/S Gabriellasta

[https://www.vikingline.fi/globalassets/documents/ships\\_and\\_on\\_board/ship\\_info/gabriella\\_sv-en-fi.pdf](https://www.vikingline.fi/globalassets/documents/ships_and_on_board/ship_info/gabriella_sv-en-fi.pdf)

Fakta om fartyg www-sivut. Viitattu 22.11.2017. Tietoa M/S Gabriellasta

[http://faktaomfartyg.se/frans\\_suell\\_1992.htm](http://faktaomfartyg.se/frans_suell_1992.htm)

EVAC Oy:n www-sivut. Viitattu 12.12.2017. Tietoa yhtiöstä

<https://evac.com/company/history/>

EVAC Marine Maintenance Manual (1989)

EVAC Marine Maintenance Manual (1991)

IMO:n www-sivut. Viitattu 9.1.2018. Tietoa MARPOL säädöksestä

[http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx)

Liikenne- ja viestintäministeriön www-sivut. Viitattu 9.1.2018. Tietoa Itämeren erityisalueesta

<https://www.lvm.fi/-/risteilyalusten-jatevesien-paastokielto-voimaan-itamerella>

Suomen Merimies-Unionin www-sivut. Viitattu 9.1.2018 Tietoa likaisentyönalisästä

[https://www.smu.fi/site/assets/files/1409/matkustaja-alussopimus\\_2016-2019\\_palkoilla\\_20180301\\_p\\_ivitetty.pdf](https://www.smu.fi/site/assets/files/1409/matkustaja-alussopimus_2016-2019_palkoilla_20180301_p_ivitetty.pdf)

Marisol Marine Chemicals www-sivut. Viitattu 11.1.2018. Marisol DF

<http://www.marisol.nu/arts.asp?art=MARISOL%20DF>

JETS Group:in www-sivut. Viitattu 12.3.2018. JETS järjestelmän edut

<http://vacuum.jetsgroup.com/en/Sanitary-systems/Cruise-and-ferries/Ejector-system-vs-Vacuumarator-pump.aspx>



# VAKTRAPPORT

lördag, 15 juli 2017

## Liite 1.

Vakt chef	Vakt	HM drifttider				HJM drifttider				SPERRE	
		1	2	3	4	1	2	3	4	00:00	24:00
FH RN	00 - 06	0	6	6	6	6	0	6	0	5326	5332
RN	06 - 12	1:15	4:45	3:50	4:45	6	0:10	6	1	Summa	6
KW RN	12 - 18	3:35	4:05	3:35	4:05	6	0:30	6	1:30	Avh. Filter	
FH	18 - 24	6	5:45	6	0	6	0:10	6	0:20	Avh. Tot	FV Feed
	00:00	104575	119437	109331	113217	116049	110323	113011	111870	19928	6901
	24:00	104586	119458	109351	113232	116073	110324	113035	111873	19931	6903
	Summa	11	21	20	15	24	1	24	3	3	2

HM	Start	Stopp	HJM	Start	Stopp	Stabilisator	
UR 3		8:35	4	8:35	9:10	Ut	In
H:fors 2,4	10:25	9:10	2,4	10:25		3:30	
UR 1,3	10:45	12:55	2		10:35		
Tallin 2,4		13:10	4		10:50		
Tallin 1,2,3,4	13:55		4	12:50	13:15		
UR 1,3		16:25	2,4	13:55	14:15		
H:fors 2,4		16:50	4	16:20	16:55		
H:fors 1,3	17:50		2,4	17:50			
UR 2	18:15		2		18:10		
			4		18:20		
						Ilandpumpad sewage	
						HEL	158
						STO	

PEJLINGAR	6	16	24	TEMPERATURER 23.30		
LO system ME 1	82	74	75	Prop. Hylsa	BB	SB
LO system ME 2	73	71	73	Inre	32,3	32,9
LO system ME 3	75	72	74	Yttre	33,5	33,7
LO system ME 4	74	72	80	Sjövattentemp.		15,8
LO system AE 1	20	20	25	Utetemp.		18,0
LO system AE 2	21	21	21	PEJLINGAR 23.30		
LO system AE 3	28	25	28	Rockerarm ME1		ok
LO system AE 4	21	22	22	Rockerarm ME2		ok
Reduktionsväxel BB	ok	ok	ok	Rockerarm ME3		ok
Reduktionsväxel SB	ok	ok	ok	Rockerarm ME4		ok
KaMeWa BB	ok	ok	ok	Stab.hydr.tank BB		45
KaMeWa SB	ok	ok	ok	Stab.hydr.tank SB		37
Hylsolje grav.tank BB	165	160	165	Sludge tk BB [m³]	0,28	5,6
Hylsolje grav.tank SB	120	120	120	Sludge tk SB [m³]	11,0	5,5
Rodermaskin BB	ok	ok	ok	Cooling w. drain tk. [cm]		24
Rodermaskin SB	ok	ok	ok	Fuel oil drain tank. [m³]		3,1
				HFO overflow tank [m³]		4,5

RMB 30 (ton) BF	klo	Skiftat MDO (ton)	RMB/LO/DO ton
HM 59,5			RMB tot. 231
HJM 11,52			LO st.tk. 15,5
Pannor 0,6			DO tot. 45
Total bränsleförbrukning (ton)			
RMB 71,62			
MDO			

Mätarställn.MWh	HJM 1	HJM 2	HJM 3	HJM 4	Landanslutning
00:00	14109,8	9148,3	9564,0	14755,0	15181,5
24:00	14133,2	9148,8	9587,2	14757,1	15181,5
Summa	23,4	0,5	23,2	2,1	
	Summa HJM / dygn	49200 kWh	Summa Totalt / dygn	49200 kWh	

Bottenblåst och skummat Panna 1 ☒ Panna 2 ☒

Uppdaterat drifttimmar i Amos

25 L Oxygen Scavenger Plus

Fyllningar smörjolja		HM 1	HM 2	HM 3	HM 4	HJM 1	HJM 2	HJM 3	HJM 4
Tot lit.						150			
t/m.						61			
lit./t/m.						2,5			